**Reducering af omkostninger**

**og forlængelse af levetiden**

**For Novencos produkter.**

Erhvervsakademiet Dania, Skive.

Afsluttende Eksamens Opgave.

Dato for aflevering: 21. december – 2018.

Lavet af: Bent Sunesen Mortensen (bent012d)

Vejleder: Ove Thomsen.

Normalsider: 24

# Opsummering

I dette projekt har jeg vurderet, hvorledes et system kan indfri Novencos ønske om at nedsætte omkostninger og forlænge levetiden for deres produkter.

I den forbindelse har jeg udviklet en applikation samt database til dette formål.

Processen jeg har valgt at bruge til systemudviklingsmetode for dette projekt, er Unified Process. UP er en iterativ metode, der er opdelt i de fire faser, Inception, Elaboration, Construction og Transition.

Inception fasen har været den fase hvor meget af det redegørende og indledende arbejde er foregået. Her har jeg lavet Brief Use Cases til at få projektets omfang identificeret, samt prioriteret disse efter, hvor kritisk jeg mener implementering vil blive for hver Use Case. Dertil har jeg lavet Domænemodellen As-is for at forstå hvordan verden ser ud i dag, og så har jeg lavet domænemodellen To-be, for at give min vurdering, af hvordan fremtiden kan se ud. Ydermere har jeg lavet en virksomhedsanalyse af Novenco, for at finde frem til deres værdier.

Den tilhørende SQL-database er også blevet udviklet i Inception fasen. Her har jeg støtte mig til To-be domænemodellen, og resultatet af dette arbejde har udmøntet sig i et Entity Relation Diagram, Mapping Skema og Data Definition Language script.

Elaboration fasen, er den fase, hvor jeg har designet og kodet meget af applikationen. Jeg har inddelt Elaboration fasen i tre iterationer. Dette er gjort for at kunne arbejde med de prioriterede Use Cases i hver iteration. Jeg har i disse Elaboration Iterationer brugt forskellige værktøjer i udviklingen af applikationen f.eks. Design Studio Method, Fully Dressed Use Cases, System Sekvens Diagram og Mock Ups.

Construction fasen har været den fase hvor der er blevet arbejdet i dybden med implementeringen af designs og kode. Jeg har gennem projektet lavet manuelle funktion test, med ud over det har jeg lavet Unittest og integrationstest.

Transition fasen har bestået i at lave en alfatest og kigge overordnet på funktionaliteten af applikationen, samt at få rundet projektet af med det sidste rapport skrivning og klargøring af filer til aflevering af projektet.

Dokumenteringen af den afsluttende eksamens opgave er resulteret i denne rapport og bilag, samt den udviklede applikation og tilhørende database.

Projektperiode med start d. 22-10-2018 og slut d. 21-12-2018 samt aflevering af rapport kl. 12:00.

# Indholdsfortegnelse

Indhold

[Opsummering 1](#_Toc532199347)

[Indholdsfortegnelse 2](#_Toc532199348)

[Introduktion 5](#_Toc532199349)

[Problemstilling 6](#_Toc532199350)

[Problemformulering 6](#_Toc532199351)

[Inception 7](#_Toc532199352)

[Metode og værktøjer 7](#_Toc532199353)

[Unified Process 7](#_Toc532199354)

[Design Studio Method 7](#_Toc532199355)

[Værktøjer 7](#_Toc532199356)

[Integrated Development Environment 7](#_Toc532199357)

[Andre værktøjer 8](#_Toc532199358)

[Programmeringssprog 8](#_Toc532199359)

[Applikationen 8](#_Toc532199360)

[Database 8](#_Toc532199361)

[Virksomhedsanalyse 9](#_Toc532199362)

[Novenco 9](#_Toc532199363)

[Domæne model 10](#_Toc532199364)

[As-is model 10](#_Toc532199365)

[To-be model 11](#_Toc532199366)

[Brief Use Case 12](#_Toc532199367)

[Prioritering 12](#_Toc532199368)

[Database modellering 13](#_Toc532199369)

[Entity Relation Diagram (ERD) 13](#_Toc532199370)

[Mapping skema 15](#_Toc532199371)

[Database valg 16](#_Toc532199372)

[Data Definition Language (DDL) 16](#_Toc532199373)

[Elaboration 17](#_Toc532199374)

[Iteration #1 17](#_Toc532199375)

[Fully Dressed Use Cases. 17](#_Toc532199376)

[MockUps 20](#_Toc532199377)

[MockUp Use Case #1 20](#_Toc532199378)

[MockUp Use Case #2 21](#_Toc532199379)

[MockUp Use Case #5 22](#_Toc532199380)

[Sekvens Diagram 23](#_Toc532199381)

[Iterationsresultat 24](#_Toc532199382)

[Iterationsevaluering 24](#_Toc532199383)

[Iteration #2 25](#_Toc532199384)

[Use Case #4 26](#_Toc532199385)

[Use Case #8 26](#_Toc532199386)

[Iterationsresultat 27](#_Toc532199387)

[Iterationsevaluering 27](#_Toc532199388)

[Iteration #3 28](#_Toc532199389)

[Design Studio Method 28](#_Toc532199390)

[Fordele og ulemper 29](#_Toc532199391)

[Fordele 29](#_Toc532199392)

[Ulemper 29](#_Toc532199393)

[Entity Relation Diagram genbesøg. 30](#_Toc532199394)

[Mapping skema genbesøg 31](#_Toc532199395)

[Iterationsresultat 32](#_Toc532199396)

[Iterationsevaluering 33](#_Toc532199397)

[Construction 34](#_Toc532199398)

[Struktur 34](#_Toc532199399)

[Mappe struktur 34](#_Toc532199400)

[Database struktur 35](#_Toc532199401)

[Vindues oversigt 36](#_Toc532199402)

[Class Diagram 37](#_Toc532199403)

[Interaktioner 38](#_Toc532199404)

[Testning 39](#_Toc532199405)

[Unit test 40](#_Toc532199406)

[Transition 41](#_Toc532199407)

[Perspektivering 42](#_Toc532199408)

[Bilag 43](#_Toc532199409)

[Design Studio Method resultat 43](#_Toc532199410)

[Interessenter 44](#_Toc532199411)

[Entity Relation Diagram genbesøg 45](#_Toc532199412)

[Mapping skema genbesøg 46](#_Toc532199413)

[Skrald afsnit 47](#_Toc532199414)

[Afgrænsninger 47](#_Toc532199415)

# Introduktion

Denne rapport er blevet til, i et samarbejde med kaastrup|andersen. Dette er et led i k|a´s plan, om at lave digitale ’Internet of Things løsninger’ til deres kunder. k|a har talt med mange potentielle kunder, her i blandt Novenco, som de gerne vil lave en Proof of Concept applikation for.

Novenco er et firma som udvikler og producere car park ventilatorer til udluftning af skadelige gasarter i parkeringskældre. De arbejder på at koble deres ventilatorer på internettet, ved hjælp af Internet of Things. Novenco vil gerne kunne indhente Statusser (Condition Monitoring) for de enkelte ventilatorer.

Udgangspunktet er at en Novenco ventilator indrapporter, dens egen status, om det så er rystelser (vibrationer), strømforbrug, temperatur mm., til en server. Og derfor vil jeg i denne rapport undersøge, hvordan man kan anvende disse statusser, på en måde så det spiller ind i Novencos visioner for reducering af omkostninger og drift af ventilatorer.

Jeg har lavet denne rapport, som et led i min afsluttende eksamens projekt.

# Problemstilling

kaastrup|andersen (k|a) leverer forretningskritiske løsninger, der sætter deres kunder i stand til at opnå markante fordele i en teknologisk og digitaliseret verden, ved hjælp af projektleder konsulenter.

k|a kan hjælpe kunder med at lave Internet of Things (IoT). Det går essentielt ud på at få kundernes produkter koblet til internettet. k|a har i dag, en god forståelse omkring IoT og alt hvad det indebærer af protokoller, sikkerhed, elektronik mm.

k|a står over for en potentiel ny kunde, der hedder Novenco. Novenco laver ventilatorer til parkeringshuse og de har et ønske om at nedsætte udgifterne for den enkelte ventilator, da drifts- og vedligeholdelse, i produktets levetid, har omkostninger der overstiger ventilatorens indkøbspris med en faktor 20. Samtidigt kan Novencos konkurrenter masseproducerer ventilatorer, i andre lande, og lave en billigere indkøbspris, og derved mister de markedsandele.

Novenco har udtænkt den strategi at reducere omkostninger og forlænge levetiden af deres produkter, så den efterfølgende drift og vedligeholdelse vil blive reduceret. For at kunne dette, skal de have noget måleudstyr på deres produkter, som f.eks. måler temperatur vibrationer, strømforbrug, vindhastighed, CO^2, ved hjælp af IoT. Det vil ligeledes skabe grundlag for at man kan lave predictive maintenance. Dette tiltag skal gerne vinde markedsandele tilbage.

k|a har ikke kendskab til Novenco infrastruktur og vil gerne illustrere, hvorledes opsamlet data, fra en ventilator, kan anvendes internt eller eksternt hos Novenco. Hvad skal der ske, når en ventilator sender en fejlmeddelelse? Og hvad sker der i processen efter en fejlmeddelelse? Hvordan kan man sikre at der er en, en til en, cause and effekt på fejlmeddelelser?

# Problemformulering

Hvordan kan synliggørelsen af opsamlede data, bidrage videre i værdikæden for service tekniker, kunde eller tredjepart, således det bidrager til reducering af omkostninger og forlængelse af levetiden, for Novencos produkter?

Hvordan kan jeg udvikle en applikation, som kan notificere en service tekniker om ventilations data, der overstiger fastsatte tolerance?

Hvordan kan jeg opsamle serviceteknikerens fejlrettelser fra en applikation?

Hvordan kan back end løsningen afrapportere generelle fejlrettelser til virksomheden?

# Inception

Denne fase i projektet har været en analyserende fase, den har været med til at danne grundlag for det fremadrettede arbejde. Jeg har i denne fase arbejdet med Metode valg til projektet, virksomhedsanalyse, domænemodeller As-is og To-be, for at skabe en bedre forståelse af projektets domæne. Jeg har lavet Brief Use Cases for at klarlægge projektets omfang.

Jeg har også gennem, arbejdet med Entity Relation Diagram og Mapping, lavet et bud på hvordan databasen kommer til at se ud. Til databasen er der også lavet DDL og mockup data, til at kunne foretage nogle visuelle test, der bekræfter mit arbejde.

## Metode og værktøjer

### Unified Process

Til udviklingsmetode har jeg valgt at bruge udviklingsværktøjet Unified Process. Det er med til at sikre at ens arbejde er af en vis kvalitet mæssig beskaffenhed. Et aspekt af Unified Process er at man vurderer hvilke risici der kan opstå og ved at arbejde med dem tidligt i processen, kan man få afklaret disse usikkerheder, i projekt.

Agile og Scrum?

Ud fra min viden omkring projektet har jeg valgt ikke at anvende Scrum, af flere grunde. En af de grunde er måske mindre vigtig end andre, men som en-mands gruppe vil det ikke give mening at kører med en udviklingsmetode der anbefale at anvende Scrum i teams på 6 plus minus 3.

En anden grund til ikke at kører Scrum, fra et agilt synspunkt, er projektets omfang, da store projekter gerne har mange ønsker og behov og projektets omfang ikke står helt klart fra start til slut. Jeg ser derfor at have en plan drevet udviklingsmetode, som den rette metode i dette tilfælde, da omfanget af dette projekt ikke er for stort til at overskue.

### Design Studio Method

Design Studio Method er en metode, man kan bruge til at generer mange konceptuelle GUI designs. Denne metode gør det muligt, via en styret brainstorm proces, at indhente designs til at løse enhver problemstilling. Metoden virker bedst, når man inddrager repræsentanter fra mange områder som f.eks. salg, udvikling, marketing, osv., ved at gøre dette får man en bred vifte af kompetencer, der alle, har forskellige indgangsvinkler, på en given problemstilling.

### Værktøjer

#### Integrated Development Environment

Jeg vil anvende MS Visual Studio 2017, som mit IDE til udviklingen af applikationen. Grunde til dette er at det er et framework der indeholder og samler mange værktøjer i et, som f.eks. live debugging, kompilering, unittestting mm.

Jeg vil anvende Microsoft SQL Server Management Studio til at arbejde med databasen. Den giver mig gode muligheder for at oprette en database og redigere i denne.

Til hosting af databasen har jeg anvendt en Microsoft SQL server. Det har jeg gjort fordi jeg kan have en udgave af databasen til at køre på min computer, og fordi det er en relationel database, som dette projekt gør brug af.

Begge disse IDE ‘er er værktøjer jeg kender godt og har arbejdet med under uddannelsen.

#### Andre værktøjer

|  |  |
| --- | --- |
| Google sheets | Jeg har lavet en overordnet tidsplan for projektets forløb i google sheets. Jeg startede med at lave en vejledende tidsplan med de fire forskellige faser, som Unified Process foreskriver, Inception, Elaboration, Construction og Transition.  Til koordinering af arbejdsopgave har jeg valgt at bruge min tidsplan fra google sheets, som er et spreadsheet. |
| Dagbog | Jeg har valgt at fører en dagbog over projektet, da jeg så kan se tilbage på min proces. Det er på Github at jeg fører min dagbog således at den altid er tilgængelig. Github er også et godt redskab at lave dokumentation på.  I dagbogen vil jeg også fører en slags dagsorden, med Næste dags gøremål og hvilket arbejde der er blevet gennemført, og arbejdet på, den aktuelle dag. |
| Github | Til Versionsstyring af min applikation, har jeg valgt at anvende Github. Jeg har valgt at anvende Github fordi det er online og således tilgængelig alle steder med internet, Jeg kunne også have valgt at anvende Team Foundation Server, men så skulle jeg til at sætte mig ind i hvordan dette værktøj fungere og hvordan det skulle konfigureres. Ved at anvende Github kan jeg oprette et repository hurtigt og smertefrit under nogen særlig form for konfigurering, samtidigt bruger Github et simpelt interface til at persistere sit arbejde, hvilket sparer mig tid, tid som jeg kan bruge på at arbejde i stedet for. |
| Draw.io | Til at lave diagrammer og modeller har jeg anvendt onlineværktøjet draw.io. Det er et gratis værktøj. Det indeholder en masse forskellige objekter, der gør sig gældende, inden for systemudvikling, om man så laver diagrammer, Mock Ups, SD, eller ERD, så kan man altid finde det man skal bruge. |

### Programmeringssprog

#### Applikationen

Jeg har valgt at lave applikationen som et Windows Presentation Foundation (WPF) program. Med det udgangspunkt betyder det at applikationen bliver skrevet i C#. Grunden til at jeg har valgt WPF er på grund af C#, da WPF bliver kodet i C#. C# er også et sprog jeg kender godt til og er vant til at bruge. En anden grund til at anvende C# er at kaastrup|andersen gerne vil tale ind til virksomheder i Danmark, der er et Microsoft land. På den måde er det med til at hjælpe dem i deres markedsføring af k|a.

Dertil kommer at applikationen også anvender e**X**tensible **A**pplication **M**arkup **L**anguage (XAML) til at lave GUI´s.

#### Database

Til databasen har jeg brugt Structured Query Language (SQL). SQL er det mest udbredte programmerings- sprog til relationelle databaser. Det er også et sprog jeg kender godt og finde mig godt tilpas med.

## Virksomhedsanalyse

Virksomhedsanalysen er lavet ud fra research på Novencos hjemmeside[[1]](#footnote-1).

### Novenco

Novenco er en del af Schako Group.

Essensen af Novenco

Novenco har fokus på miljøet og det aspekt har de inddraget i deres design og fremstilling af ventilationsudstyr. Ventilatorer er Novencos hovedområde og de lægger vægt på at deres produkter er ressourcevenlige, samt at Novencos engagement sikre lang levetid og en sikker miljømæssig produktionsproces. Novencos ventilatorer er en del af industrielle, kommercielle, offentlige og beboelsesbygninger over hele verden. Produkter og tjenester markedsføres og distribueres gennem Novencos omhyggeligt udvalgte datterselskaber og agenter.

Grønt fokus

Novencos forretning er koncentreret omkring de landbaserede applikationer og markeder. Det er også på dette marked Novenco udvikler og implementere deres højeffektive ventilatorer, der kræver minimale ressourcer og reducere udledningen af skadelige stoffer. Car Parks segmentet er Novencos kerneforretning, som Novenco revolutionerede med deres jet-fans i 1990’erne. Disse jet fans har ført til et stigende antal installationer. Selv i kritiske situationer i tilfælde af brand, forbliver miljøet i fokus, da mængden af energi til ventilatorerne er mindst. Disse Jet fans beskytter både liv og miljøet.

Høj kvalitet

Novenco garanterer produkter og systemer af høj kvalitet, der har høj ydeevne i mange år. Kvalitet er et nøgleord fra start til slut i deres design proces. For at bevarer den høje kvalitet bliver Novencos processer kontinuerligt vurderet, for at opfylde design kravene. Samtidig tildeler Novenco den nødvendige tid og ressource til at sikre at nye designs er korrekt og verificeret.

Innovation

Siden 1947 har Novencos design udvikling og drift af ventilation produkter og systemer givet Novenco stor erfaring. Den indsats Novenco lægger i forskning og udvikling afspejler dette og gør Novenco i stand til at skabe produkter på den teknologiske front med hensyn til ydeevne og holdbarhed. I en verden, der er i konstant forandring, er det Novenco ønske at kunne levere innovative løsninger, der er miljøvenlig og lever op til den næste generation af ventilationsprodukter.

Produktionsmiljø

Novencos produkter bliver fremstillet i Danmark og er i overensstemmelse med Miljø Standarderne i henhold til ISO 9001 og ISO 14001. Novenco minimere belastningen på miljøet og reducere energiforbruget, forbedrer sorteringen af affald, minimerer stålskrot og evaluerer deres produktsortiment og leverandører fra et miljømæssigt synspunkt. Den indsats der kræves for at betjene miljøet og markederne med de rigtige produkter er konstant voksende og det er en udfordring Novenco forpligter sig til hver dag at opretholde. Alle Novencos produkter og systemer er certificeret i henhold til ISO 9001:2015 og ISO 14001:2015.

## Domæne model

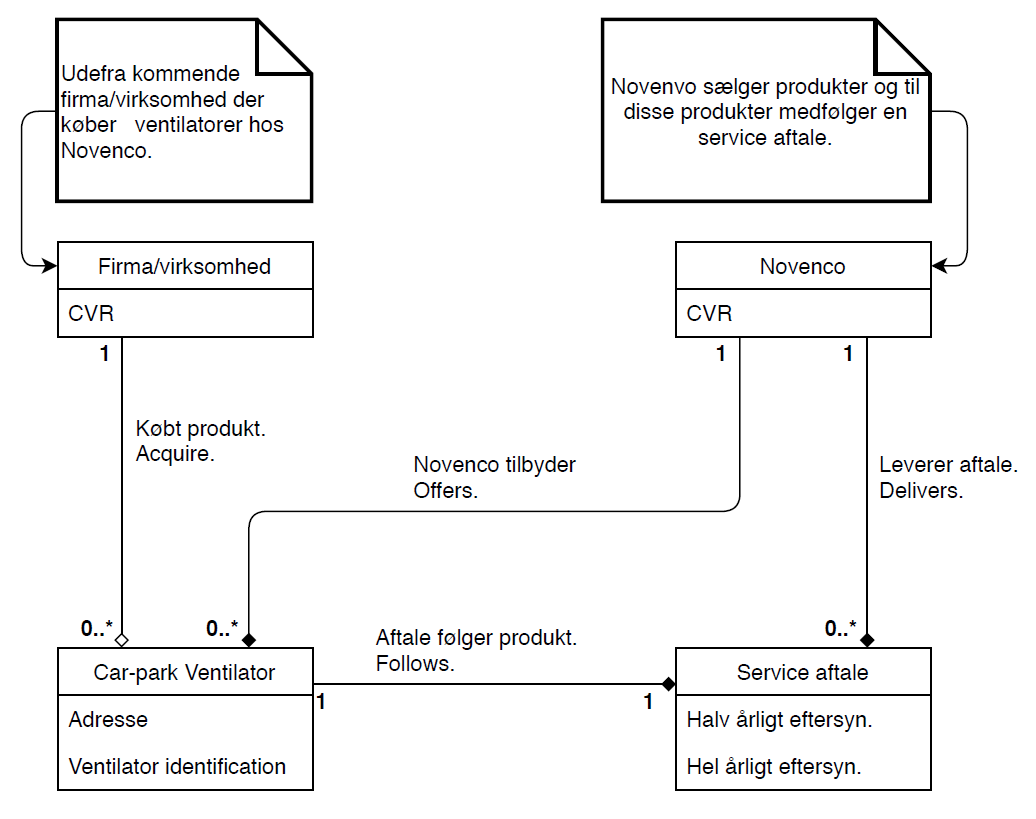
Jeg har I Inception fasen valgt at lave to domæne modeller. jeg vil lave en As-is og en To-be model. Jeg har valgt at lave de to domænemodeller for bedre at kunne forstå relationerne hos Novenco og Novencos kunder, Samt at synliggøre hvorledes de forskellige partnere interagere med hinanden.

Udførelsen af de to modeller, er med til at skabe en dybere forståelse af hvor vi er i dag med As-is. Med To-be vil jeg prøve at vise hvad fremtiden kan tilbyde og gøre anderledes, for dermed at realisere Novencos ønsker.

### As-is model

Min As-is model i Figur 1. er lavet på baggrund af de oplysninger jeg har indhentet fra kaastrup|andersen og gennem de møder k|a har haft med Novenco, samt informationer jeg har kunnet finde via Novencos hjemmeside[[2]](#footnote-2).

Modellen repræsenterer relationen mellem Novenco og én kunde hos Novenco. Modellen viser også at der foretages en halv eller helårlig eftersyn på car-park ventilatorer, for at sikre drift og venlighold af ventilator. Denne udgift til eftersyn er en fast og kendt udgift, som er sat højt for at sikre kvaliteten af drift og vedligeholdelse.



Figur 1. Domæne model As-is.

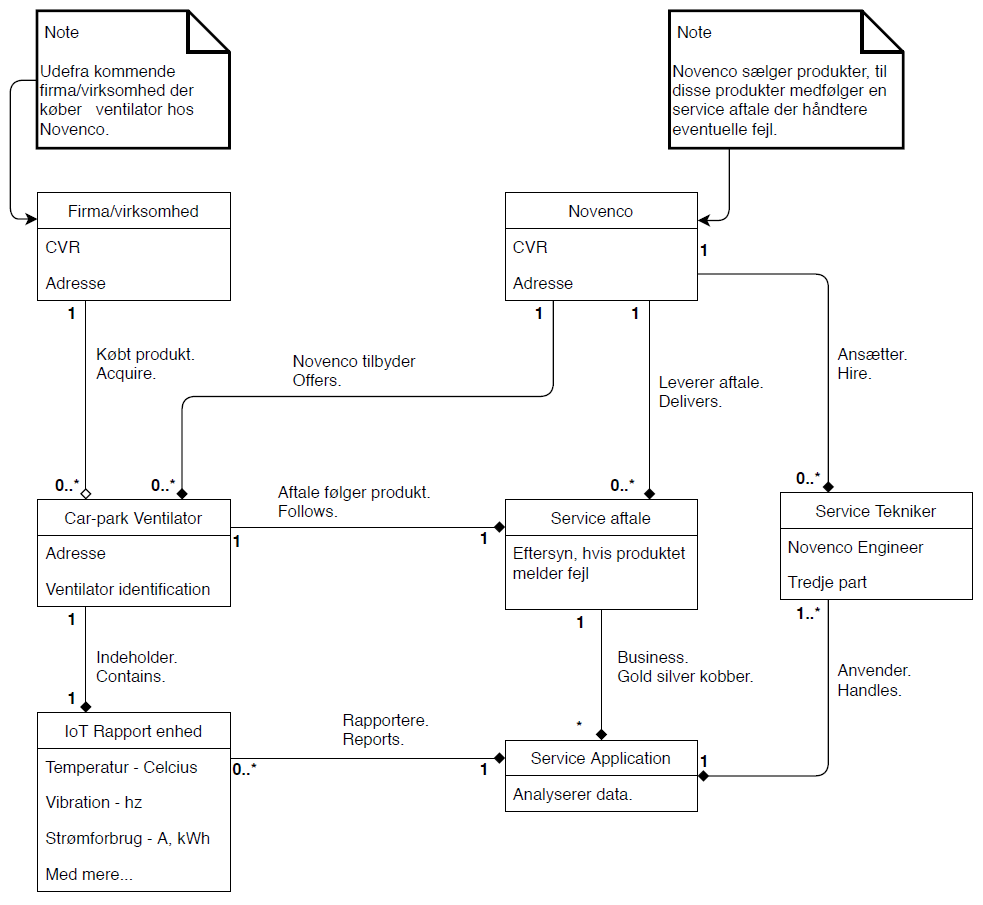
### To-be model

Min To-be domæne model i Figur 2. er lavet på baggrund af de ønsker, der er fremstillet i problemstillingen. Jeg har også anvendt virksomhedsanalysen i dette skridt.

Denne To-be model er med til at vise, hvordan Novencos domæne kan komme til at se ud. Jeg har tilføjet et ekstra lag med ”IoT Rapport enhed”, ”Service Tekniker” og ”Service applikation”, samtidigt har jeg ændret Service aftalen for at få en forretningsvinkel med ind over projektet.

Det ekstra lag med ”IoT Rapport enhed”, ”Service Tekniker” og ”Service applikation” er med til at kunne eliminere at skulle lave halv eller hel årligt eftersyn, på en ventilator. Hvis der kan nøjes med at lave eftersyn hvert 2. år, fordi ventilatoren først melder fejl efter 2 år, så kan omkostningerne til drift og vedligeholdelse spares væk i den periode.

Serviceaftalen har jeg ændret til at have forskellige serviceniveauer, her kan man forestille sig at en car park har en lav benyttelsesgrad og derfor gerne vil kører med en billigere service aftale, mod at denne car park vil blive nedprioriteret i forhold til en anden car park der har en høj benyttelsesgrad.



Figur 2. Domæne model To-be.

### Brief Use Case

Jeg har valgt at lave Brief Use Cases Tabel 1. for at kunne danne mig et overblik af projektets omfang. Disse Brief Use Cases er lavet på baggrund af mit arbejde med domænemodellen As-is og To-be, problemstilling og problemformulering. Det er disse Brief Use Cases, som jeg vil beskrive dybere i Elaboration fasen som Fully Dressed Use Cases.

I forbindelse med det foregående afsnit kan jeg se at nogle funktionaliteter vil være til gavn for serviceteknikeren, således kan han se at systemet er aktiv. Således vil serviceteknikeren kunne se status på normalt kørende ventilatorer i en periode uden fejl, det vil skabe tillid til applikationen.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| #1 | Modtage fejlmeddelelser på en ventilator. | Brugeren har behov for at kunne modtage fejlmeddelelser på en ventilator, for at kunne rette fejl. |
| #2 | Se en hurtig fejl status for en ventilator. | Brugeren har brug for at se en hurtig fejl status på en ventilator for bedre at kunne danne et overblik over hvilken fejl der er mest kritisk. |
| #3 | Indberette fejlrettelse på en ventilator. | Brugeren skal kunne indberette, hvad årsagen til fejlen skyldes og hvilke tiltag der er blevet taget for at afhjælpe fejlen. |
| #4 | Sætte grænseværdier for en ventilator. | Novenco skal kunne sætte grænseværdier for hvornår en ventilator skal genere en fejl. |
| #5 | Generer mockup data til demonstration. | Jeg har brug for at lave noget mockup data på en ventilator til at kunne teste funktionaliteten af applikationen. |
| #6 | Oprette yderlig fejlrettelse på en ventilator med flere fejl. | Brugeren skal have mulighed for at kunne oprette og indrapportere flere fejl på en ventilator. |
| #7 | Oprette fejl som ikke er meldt ind af en ventilator via IoT. | Brugeren har behov for at kunne indberette ekstra fejl, som er opdaget ved synlig inspektion af en ventilator. |
| #8 | Se normal status på en ventilator. | Brugeren skal kunne se normal status på en ventilator. For at skabe tryghed. |

Tabel 1. Brief Use Cases

### Prioritering

Jeg har valgt at prioritere min liste af Brief Use Cases Tabel 1., så jeg kan arbejde med en del af dem i hver Iteration af Elaboration fasen. Således kan jeg fokusere på enkelte Use Cases i hver iteration af Elaboration faserne. Listen er også prioriteret efter hvilke funktion der er mest kritisk for projektet udvikling. Min prioriterede liste ser således ud Tabel 2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Elaboration 1 | Elaboration 2 | Elaboration 3 |
| #1, #2 og #5 | #3, #6 og #7 | #4 og #8 |

Tabel 2. Prioriterede Use Case liste.

## Database modellering

Domænemodellen To-be Figur 2. har været en stor hjælp i mit arbejde med at lave en database til projektet. Det er ud fra den model og virksomhedsanalysen, at jeg har moddeleret databasen, som den ser ud i skrivende stund.

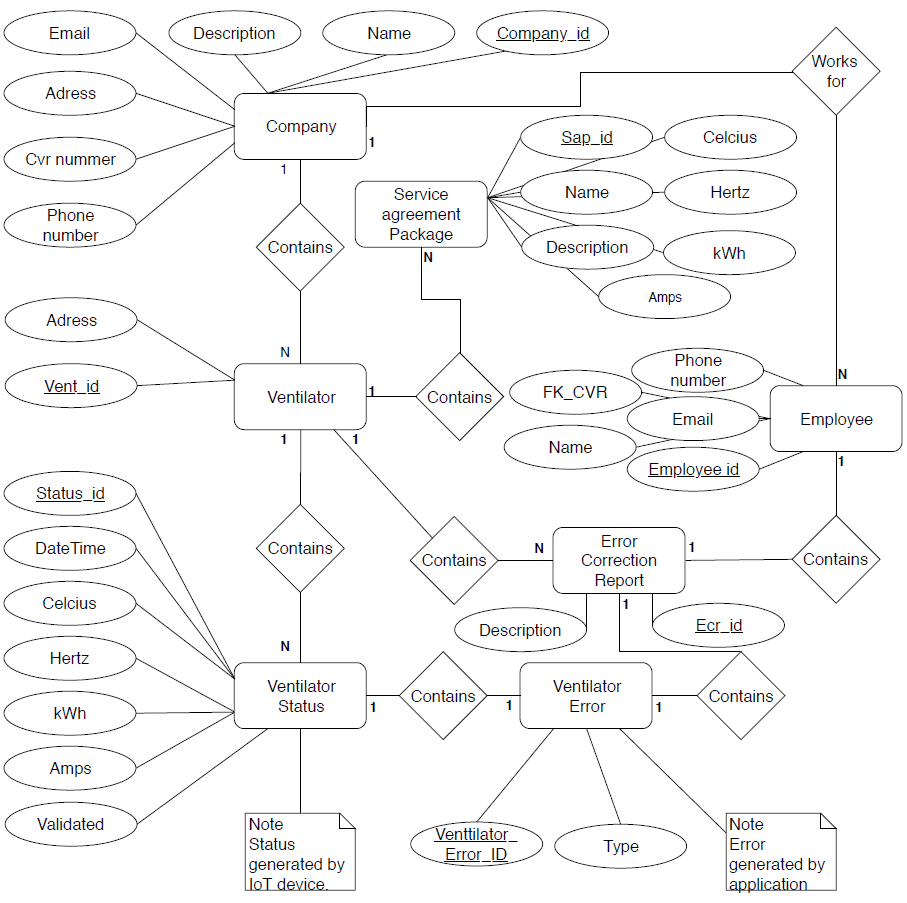
### Entity Relation Diagram (ERD)

Jeg har brugt min domænemodel To-be, som min basis for denne konceptuelle database model (ERD) Figur 3. Ved hjælp af denne har jeg fundet frem til 7 entiteter, som er kernen i denne database, det har været grundlaget for min database opbygning. Essensen af denne database er at registrere fejl og fejlrettelse, i form af en rapport, indrapporteret af en Employee.

De forskellige entiteter jeg har fundet frem til, er Company, Employee, Ventilator, Service Agreement Package, Ventilator Status, Ventilator Error og Error Correction Report. Ingen af mine entiteter er svage da de alle har et unikt id, det sikre at mit system er stærkt og jeg får heller ikke lavet forhindringer for mig selv hvis jeg en dag vil tilføje og lave udvidelser til min database.

Med mit ER diagram vil jeg vise disse relationer.

* Et Company har en Employee, og en Employee har et Company.
* Et Company kan have en Ventilator, og en Ventilator har et Company.
* En Ventilator kan have en Service Agreement Package, men hvis Novenco skal servicere Ventilatoren skal den selvfølgelig have en Service Agreement Package.
* En Ventilator kan have mange Ventilator Statusser, og en Ventilator Status kan kun have en Ventilator.
* En Ventilator kan have mange Error Correction Reports, og en Error Correction Report kan kun have en Ventilator.
* En Ventilator Error har en Ventilator Status, og kan have en Error Correction Report.
* En Error Correction Report har en Employee.

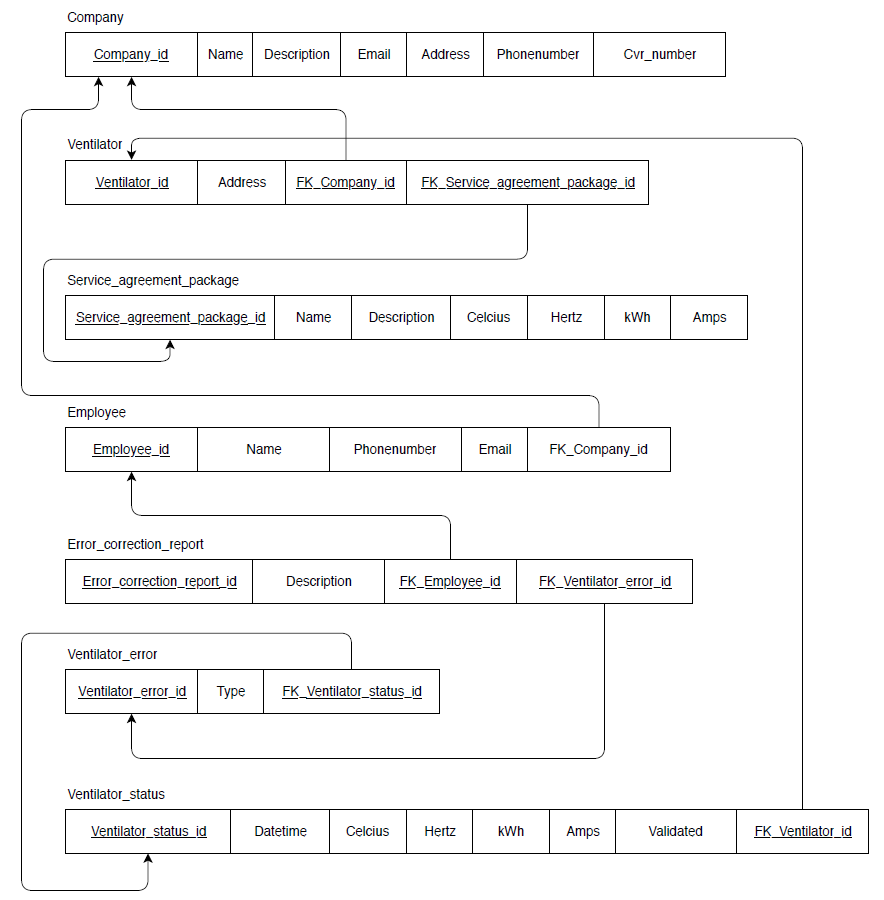


Figur 3. Entity Relation Diagram.

### Mapping skema

Jeg har lavet et mapping skema, se Figur 4., til bedre at kunne se relationerne som de vil fremgå i en database, i modsætning til Entity relation diagrammet, hvor relationerne er markeret med streger og symboler mellem entiteterne, er det her i mapping skemaet blevet erstattet med primær-nøgler og fremmed-nøgler. Jeg har valgt at navngive primær-nøgler med tabellens navn efterfulgt af ´\_id´ og fremmed-nøgler starter altid med ´FK\_´. Jeg har valgt at gøre dette i stedet for bare at have et intetsigende navn som ID, nu er det muligt at kunne læse databasen uden at skulle finde dokumentationen frem.

En ting som jeg har ændret fra ERD og til mapping skemaet er navngivningen af tabeller og felter. Dette er sket i forbindelse med at jeg har lavet mapping skemaet og jeg ville gerne have at det er let at genkende og adskille forskellige tabeller på tværs af databasen.



Figur 4. Mapping skema.

### Database valg

Op og indtil dette skridt har processen, med ERD og Mapping, til at strukturere en database været det samme, når man skal lave en database.

Jeg har valgt at anvende en MS SQL Server til at persisterer mit data. Grunden til dette valg er at jeg har godt kendskab til platformen, det er også en relationel database, som passer ind i dette projekt. Samtidig har platformen en kæmpe bruger skare, hvilket betyder at man kan finde mange eksempler og masse af dokumentation på nettet, hvis der skulle opstå problemer med at oprette en database eller lave diverse database kald. Det er et valg der er med til at sikre min arbejdsgang, på en måde, så jeg ikke bliver forhindret i at arbejde videre på grund af problemer.

### Data Definition Language (DDL)

I mit arbejde med ERD og Mapping har det været en relativ hurtig opgave at oprette en database samt lave tables og constraints med DDL. Med lidt online hjælp, har jeg hurtigt kunne finde løsninger på de problemer der opstod, ved at lave DDL for databasen.

Jeg har også genereret noget Mock data til at lægge på min database for at bekræfte at mit arbejde med ERD og Mapping også virker og at det ser ordentligt ud.

# Elaboration

Elaboration fasen er en del af Unified Process, det er her at en stor del af analyse arbejdet til selve applikationen kommer til at foregå. Mange af de ting der er blevet arbejdet og fundet frem til i Inception fasen, vil nu blive uddybet og bearbejdet.

Elaboration fasen er, for dette projekt, blevet delt op i tre iterationer. jeg vil analysere de mest kritiske funktionaliteter i første iteration, ved at få bearbejdet disse funktionaliteter tidligt i processen kan jeg bedre få et billede af om projektet kan blive gennemført med et tilfredsstillende resultat. Nogle Use Cases kan også være afhængig af, at andre Use Cases er blevet lavet færdige, så derfor skal disse også lavet tidligt i processen.

Mit mål med hver iteration er at dokumentere og implementere de prioriterede Brief Use Cases. For at opnå dette har jeg i næste afsnit beskrevet, hvorledes jeg vil håndtere det og hvilke værktøjer jeg vil benytte.

## Iteration #1

I modsætning til Inception fasen, som gik meget på at skulle forstå og finde frem til funktionaliteter af programmet, så vil der i Elaboration fasen også være en del analyse arbejdet.

Jeg vil lave Fully Dressed Use Cases af de prioriterede Brief Use Cases, til denne første Elaboration iteration. Jeg vil Lave System Sekvens Diagrammer for enkelte Fully Dressed Use Cases for at kunne danne mig et billede af hvordan interaktionen mellem program og database ser ud.

I denne fase vil jeg også komme med bud på hvordan programmet kommer til at se ud, ved hjælp af Mock Ups. Disse Mock Ups bliver lavet af de forskellige prioriterede Brief Use Cases det vil gøre arbejdet lettere, når jeg skal til og lavet GUI i WPF.

### Fully Dressed Use Cases.

Jeg har lavet disse Fully Dressed Use Cases for bedre at kunne danne mig et overblik over hvordan applikationen kommer til at se ud rent design mæssig. Jeg har kort noteret i min dagbog, hvilke tanker eller udfordringer der er på dette stadie, det er lidt ligesom hønen og ægget, hvad kommer først, men jeg tror ikke at det gælder om at komme først med noget her, men mere at få det til at spille sammen i en større sammenhæng. Med det sagt betyder det at der har været mange ændringer i Fully Dressed Use Cases og Mock Ups.

Jeg har under denne proces samtidigt tænkt meget over hvordan at programmet bliver bygget op design mæssig og hvordan det kommer til at give den bedste, bruger oplevelse, i anvendelsen af applikationen.

Af de prioriterede Brief Use Cases har jeg lavet 3 Fully Dressed Use Cases i denne iteration

* # 1 - Modtage fejlmeddelelser på en ventilator. Tabel 3.
* # 2 - Se en hurtig fejl status for en ventilator. Tabel 4.
* # 5 - Generere mockup data til demonstration. Tabel 5.

Tabel 3. Fully Dressed Use Case #1.

|  |  |
| --- | --- |
| Use Case name | #1 - Modtage fejlmeddelelser på en ventilator |
| Scope | Novenco |
| Level | Bruger |
| Primary Actor | Bruger |
| Stakeholders & Interests | Bruger som gerne vil se en liste over ventilatorer med fejl |
| Pre-conditions | Brugeren har adgang til internettet. |
| Success guarantee | Brugeren får vist en liste med ventilatorer hvor en fejl er registeret |
| Main success scenario | 1. Brugeren åbner appen. 2. Brugeren vælger sit eget ”navn”, som ”service technician”. 3. Brugeren bliver vist en liste over ventilatorer med fejl. |
| Extension | 2a. Brugerens navn findes ikke.   1. Brugeren anmoder om oprettelse. 2. Brugeren bliver oprettet af systemadministrator. 3. Brugeren vælger sit eget ”navn”, som ”service technician” 4. Brugeren bliver vist en liste over ventilatorer med fejl. |
| Special requirements | - |
| Technology and data variation list | - |
| Frequency of occurrence | Lav |
| Miscellaneous | - |

Tabel 4. Fully Dressed Use Case #2.

|  |  |
| --- | --- |
| Use Case name | #2 - Se en hurtig fejl status for en ventilator. |
| Scope | Novenco |
| Level | Bruger |
| Primary Actor | Bruger |
| Stakeholders & Interests | Bruger som gerne vil se en hurtig fejl status, til vurdering af hvor kritisk fejlen er. |
| Pre-conditions | Brugeren har adgang til internettet. |
| Success guarantee | Brugeren får vist en fejl status for den valgt ventilator |
| Main success scenario | 1. Brugeren trykker på ”Se fejl status”. 2. Systemet åbner et nyt lille vindue, med relevante informationer om fejlen. 3. Brugeren kan åbne yderligere fejl statusser og sammenligne fejl statusser. |
| Extension |  |
| Special requirements | - |
| Technology and data variation list | - |
| Frequency of occurrence | Lav |
| Miscellaneous | - |

Tabel 5. Fully Dressed Use Case #5.

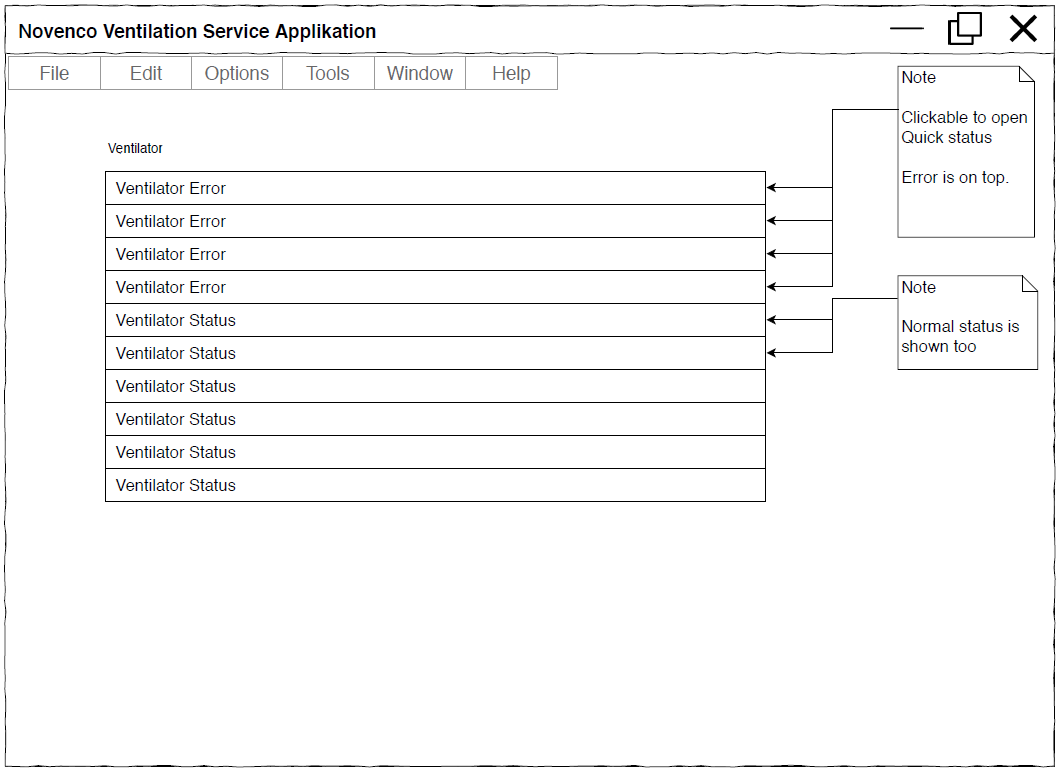
|  |  |
| --- | --- |
| Use Case name | #5 – Generere mock data til demonstration. |
| Scope | Novenco |
| Level | System og Bruger |
| Primary Actor | Bruger |
| Stakeholders & Interests | System |
| Pre-conditions | En fuldt fungerende database. Internet. |
| Success guarantee | Statusser for en ventilator bliver persisteret i en database. |
| Main success scenario | 1. Brugeren afvikler program. 2. Systemet sender nu med et fast interval tilfældigt genererede statusser til databasen. |
| Extension |  |
| Special requirements | - |
| Technology and data variation list | - |
| Frequency of occurrence | Lav |
| Miscellaneous | - |

### MockUps

Til at lave MockUps har jeg anvendt onlineværktøjet Draw.io. Jeg har til inspiration af designet, brugt Fully Dressed Use Cases til applikationen. Det sikre at der er overensstemmelse med Fully Dressed Use Cases og MockUps. Samtidigt gør det også at der er nogle klare retningslinjer for hvad applikationen skal udtrykke og vise med de forskellige GUI interfaces.

#### MockUp Use Case #1

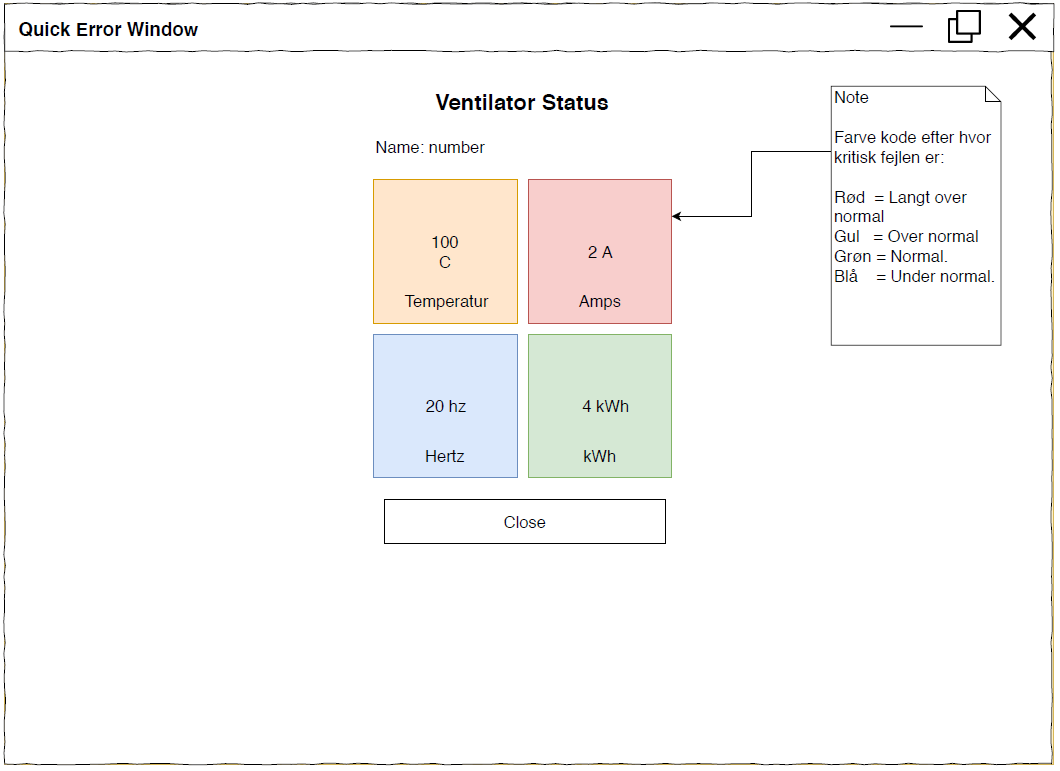
Til Use Case #1 har jeg lavet denne MockUp Figur 5. Grund ideer har været, at når man starter applikationen op, bliver man præsenteret med dette GUI interface som fremstiller en liste med Ventilatorer. Ventilatorerne bliver listet op, således at dem med en registeret fejl vil figurere øverst på listen med ventilatorer. Hele delen med at modtage fejlmeddelelser, foregår ved at åbne denne applikation. Der vil så ligge en funktion i applikationen som lytter på databasen efter statusser, som kan ligge udenfor den fastsatte grænse.



Figur 5. MockUps. StartSide.

#### MockUp Use Case #2

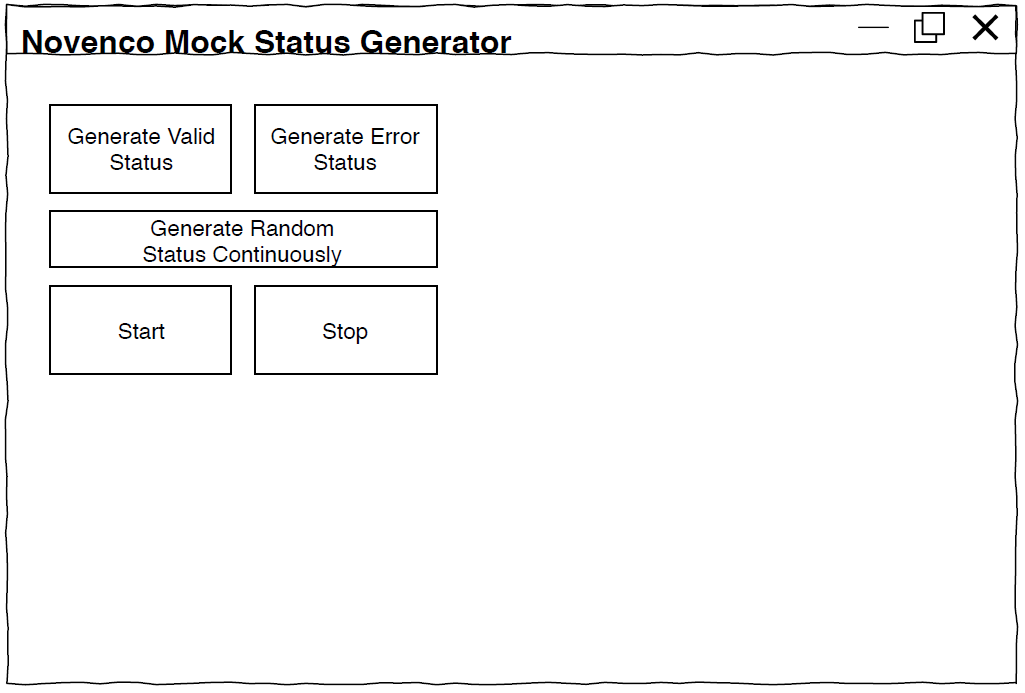
Til Use Case #2 har jeg lavet denne MockUp Figur 6. Den viser en simpel, men nem at forstå, ventilator status for en ventilator. Service teknikeren kan således åbne flere statusser og holde dem op imod hinanden, her kan han så planlægge sin dag efter afstand mellem ventilatorer eller efter hvilken ventilator der kræver eller har brug for størst opmærksomhed.



Figur 6. MockUp Use Case #2.

#### MockUp Use Case #5

Til Use Case #5 Figur 7., har jeg lavet en simpel applikation der skal simulere datastrømmen fra en IoT aktiveret ventilator. Den kommer til at bestå af nogle simple knapper, der kort beskriver hvilken data, ventilator status, der bliver persisteret på databasen. Den er lavet for at kunne vise og teste applikationen.

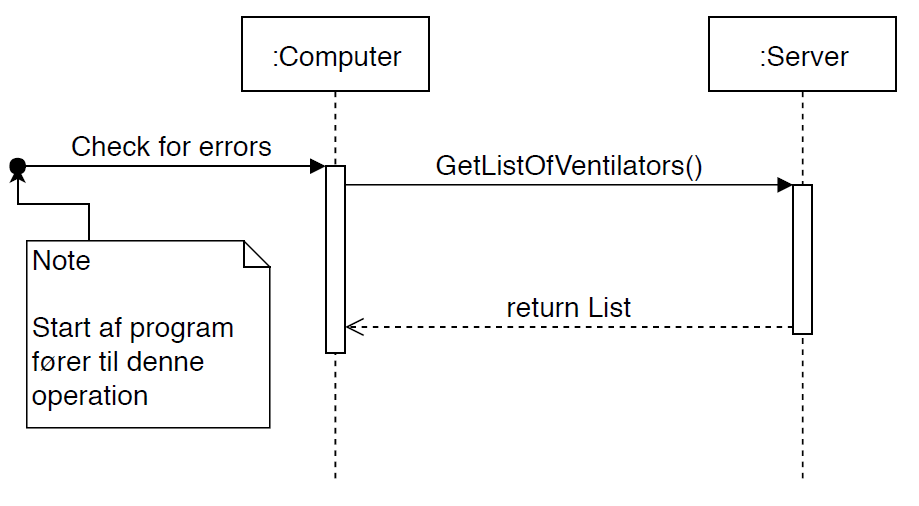


Figur 7. MockUp Use Case #5.

### Sekvens Diagram

Jeg har lavet et sekvensdiagram Figur 8., for at kick starte processen, til at udvikle applikationen. Sekvensdiagrammet viser interaktioner i tidssekvenser,

Et sekvensdiagram viser objektinteraktioner arrangeret i tidssekvens. Den viser de objekter og klasser, der er involveret i scenariet, og rækkefølgen af meddelelser udvekslet mellem de objekter, der er nødvendige for at udføre scenariets funktionalitet. Sekvensdiagrammer er typisk forbundet med brug af case-realisationer i logisk visning af systemet under udvikling. Sekvensdiagrammer kaldes nogle gange hændelsesdiagrammer eller hændelsesscenarier.



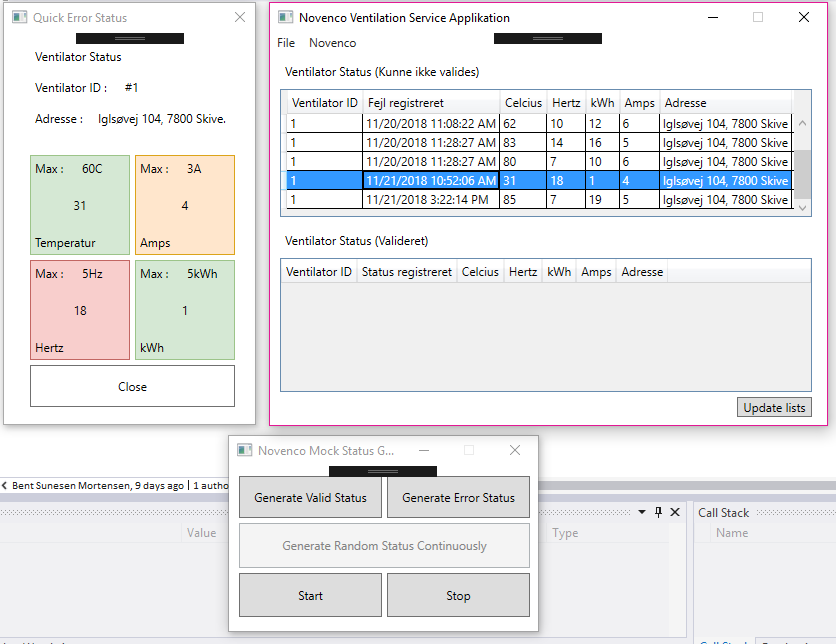
Figur 8. Sekvensdiagram Use Case #1.

Alle udregningerne for om en status, skal genere en fejl eller ikke, foregår på brugerens computer. Her er det vigtigt at applikationen henter data fra serveren omkring grænseværdier og sammenligner disse op mod de målte værdier der kommer fra en ventilator. En ventilator har en service agreement package, der indeholder grænseværdier.

### Iterationsresultat

Jeg vil nu vise resultatet af iteration #1. og beskrive det nærmere.

Applikationen Figur 9. er blevet designet ud fra Mock Ups og Fully Dressed Use Cases. Som det fremgår af Figur 9. er der sket små ændringer i forhold til de generede Mock Ups. Quick Error Status vinduet har også fået nogle ekstra informationer koblet på for at give mere information til brugeren. Novenco Ventilation Service Applikation vinduet er blevet delt i to lister, hvor en indeholder statusser med registeret fejl og den anden indeholder ventilatorer uden fejl, som derefter forsvinder igen når man opdatere listerne.



Figur 9. Applikation resultat iteration #1.

### Iterationsevaluering

I denne første Iteration har jeg lavet Fully dressed Use Cases, Mock Ups af Use Cases til applikationen og et enkelt sekvensdiagram. Det har været en svær opgave at lave det hele selv og det har da også taget meget længere tid end jeg havde regnet med, en ting jeg synes der er gået godt er rapport skrivning og at huske at føre dagbog over projektet.

Jeg har overskredet min tidsplan med 1 uge og 2 dage. Jeg har brugt for meget tid på at kode applikationen op og har derfor været presset på tiden, her i denne Iteration #1.

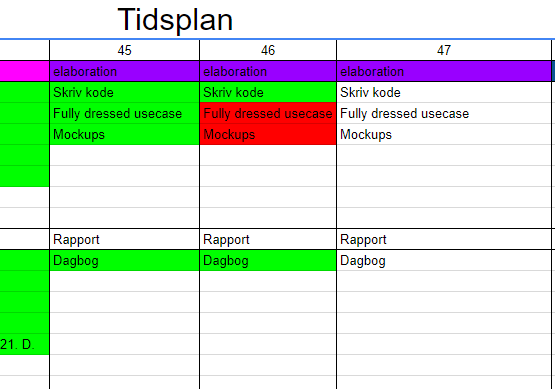
I næste Iteration vil jeg ikke lave Fully dressed Use Cases, Mock Ups eller Sekvensdiagram for at få mere tid til applikationen. Dette har jeg besluttet for at prøve at indhente det tabte. Jeg vil fortsætte med at føre dagbog over projektet.

I næste iteration #2 vil jeg se hvad jeg kan gøre for at rette op på situationen.

## Iteration #2

Tiden er desværre gledet fra mig og det er ikke lykkedes mig at følge min vejledende tidsplan for projektet. Grundende til dette har været en fejl vurdering af tidsestimater for projektet, når man arbejder alene. Ydermere er projektet også blevet forsinket fordi jeg ikke har haft en klar plan for hvordan interfacet skulle se ud og bygges op rent grafisk, forstået på den måde, der har ikke været nogen planer for, hvordan man navigere rundt i applikationen, og det har derfor også spillet ind i, hvorfor projektet er forsinket, på nuværende punkt.

I skrivende stund er jeg midt i uge 47, og som det fremgår af Figur 10. Udsnit af tidsplan.*.,* skulle jeg gerne være færdig med Iteration #2 og fuld i gang med iteration #3, her i Elaboration fasen.



Figur 10. Udsnit af tidsplan.

Som nævnt i iterationsevalueringen, fra forrige iteration, vil jeg nu se, hvad jeg kan gøre for at indhente min tidsplan igen. jeg har i næste iteration #3. besluttet at bruge værktøjet Design Studio Method i samarbejde med kaastrup|andersen. Dette skal hjælpe mig med det grafiske aspekt og resultatet skulle ende ud i mange konceptuelle Mock Ups til Use Casene #3, #6 og #7. og formodentlig give mig nok feedback til at komme godt fra start.

På grund af møde og andre aktiviteter, i k|a, bliver denne Design Studio Method afholdt torsdag kl. 9:00 i Uge 47, hvor alle indkaldte deltagere har tid. Men det betyder at jeg skal have noget andet på tidsplanen.

På grund af denne forsinkelse og tiltag med Design Studio Method, har jeg valgt at lave om i min prioritering af Use Cases. Jeg kan måske indhente noget af den spildte tid. I iteration #3 skulle jeg arbejde med #4 og #8, Disse to Use Cases er prioriteret mindst i forhold til sværhedsgraden, og jeg vurdere derfor at disse kan laves på mindre tid.

Alt dette betyder at der skal laves nogle rettelser til min prioriterede liste af Use Cases.

Den originale prioriterede Use Case liste ser således ud Tabel 6.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Elaboration 1 | Elaboration 2 | Elaboration 3 |
| #1, #2 og #5 | #3, #6 og #7 | #4 og #8 |

Tabel 6. Original prioriterede Use Case liste.

Den nye prioriterede Use Case liste kommer derfor til at se således ud Tabel 7*.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Elaboration 1 | Elaboration 2 | Elaboration 3 |
| #1, #2 og #5 | #4 og #8 | #3, #6 og #7 |

Tabel 7. Revideret prioriteret Use Case liste.

Dette betyder dog at jeg har valgt at lægge nogle arbejdsopgaver, der potentielt har en større risiko for at noget kan gå galt senere i processen, hvilket ikke er optimalt.

### Use Case #4

Use Case #4 Tabel 8*.* er rettet mod Novenco og er lavet for at kunne lave en business case til forretningen. Ved at kunne sælge ventilatorer med forskellige Service Agreement Pakker eller rettere sagt service aftaler. Kan de lave en forretning ud af dette. De kan samtidig lave rettelser for hvornår eller hvor tidligt en ventilator skal melde fejl, ud fra disse grænseværdier, der er blevet sat. Jeg har valgt at have tre grundpakker, som udgangspunkt. Disse pakker er Guld Sølv og Kobber, Guld pakken har lavere grænseværdier for, hvornår en ventilator status skal registreres som en fejl, og Sølv er mellem trinnet og kobber er den med de højeste grænseværdier.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| #4 | Sætte grænseværdier for en ventilator. | Novenco skal kunne sætte grænseværdier for hvornår en ventilator skal genere en fejl. |

Tabel 8. Brief Use Case #4.

### Use Case #8

Til Use Case #8 Tabel 9*.* har jeg hurtig opdaget at jeg kunne genbruge noget af det jeg allerede har programmeret op til Use Case #2. Det har derfor været en hurtig opgave at lave.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| #8 | Se normal status på en ventilator. | Brugeren skal kunne se normal status på en ventilator. For at skabe tryghed. |

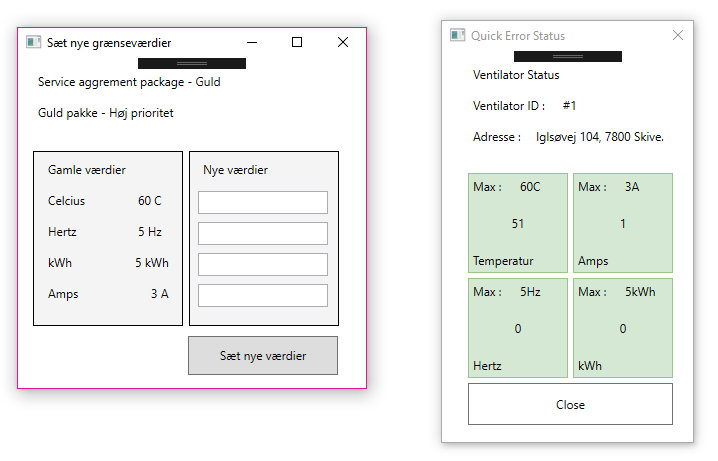
Tabel 9. Brief Use Case #8.

### Iterationsresultat

Jeg vil nu vise resultatet af iteration #2. og beskrive det nærmere.

På billedet til venstre Figur 11. kan man angive nye grænseværdier for en service pakke. Applikationen vise de gamle værdier, og når man trykker på ”Sæt nye værdier” bliver de gamle værdier i databasen opdateret.

På billedet til højre kan service teknikeren se normal status for en ventilator, her er det gjort klart med farven grøn at denne ventilator status er iorden.



Figur 11. Applikation resultat iteration #2.

### Iterationsevaluering

Denne iteration er gået helt efter hensigten. Jeg har fået implementeret 2 Use Cases, uden større besværligheder. Det har til dels været på grund af den lave sværhedsgrad af de 2 Use Cases og at der har været mulighed for at kunne genbruge dele af applikationen. Jeg har også fået lagt en plan for at komme bedre i gang med næste iteration. Ved at anvende værktøjet Design Studio Method, kan jeg måske få en bedre start på processen i næste iteration.

## Iteration #3

Jeg vil i denne iteration anvende værktøjet Design Studio Method til at genere konceptuelle Mock Ups til Use Casesene #3, #6 og #7. Jeg har indkaldt interessenter[[3]](#footnote-3), inklusiv mig selv, til møde, i k|a, for at hjælpe med denne opgave.

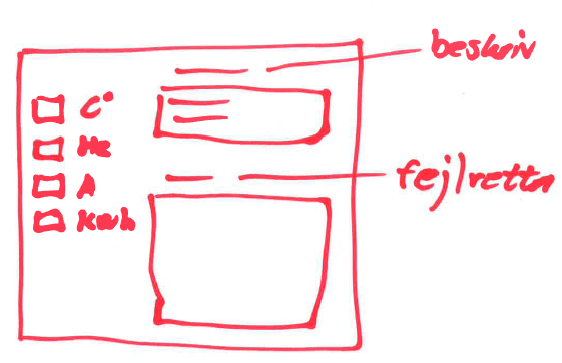
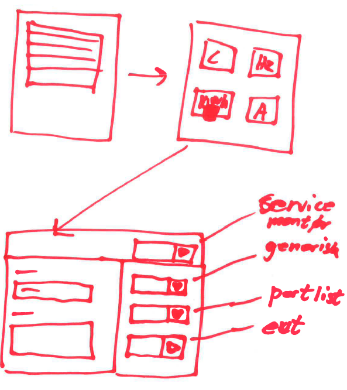
Ved at have byttet om på Iteration #2 og #3, har jeg opdaget at det også er vigtigt at persistere grænseværdierne. Med applikationens nuværende funktioner, kan grænseværdier ændre sig, derfor vil historiske data ikke give mening, hvis disse grænseværdier ændre sig. Jeg har valgt at lægge disse værdier på ”Error\_correction\_report” for at gemme værdierne på det tidspunkt hvor de er aktuelle for en fejl.

### Design Studio Method

Jeg har valgt at bruge Design Studio Method værktøjet, fordi det har været en tidskrævende opgave at skulle designe applikationen selv. Ved at have denne brainstorm øvelse, som Design Studio Method er, har jeg, i samarbejde med interessenter3, på under en time fået genereret 17 forskellige Mock Ups til applikationen.

Under DSM-sessionen fandt vi frem til yderligere funktionaliteter/krav til Use Case #3, f.eks. som at en bruger skal kunne vælge reservedele og at en fejl status skal have en fejlmeddelelse. Disse funktionaliteter kan hjælpe til med at standardisere fejlrettelsesrapporter.

Jeg har her valgt at vise et udsnit af det samlede resultat[[4]](#footnote-4), af Design Studio Method sessionen. Figur 12. viser udsnittet med de designs, der komplimenterer applikationen bedst og løser de nye funktionaliteter. Disse designs vil lægge til grund for applikationens udseende fremadrettet.



Figur 12. Design Studio Method designs.

#### Fordele og ulemper

Jeg vil her komme ind på nogle fordele og ulemper ved DSM, og hvad min oplevelse af at anvende dette værktøj og hvad jeg har oplevet ved at lave denne øvelse.

##### Fordele

En fordel ved at anvende DSM er tidsaspektet, på én time, er der blevet lavet en masse designs til applikationen, samtidigt er noget af tiden gået med at forklarer processen. Så hvis jeg havde mere tid, end den time der blev afsat til DSM, havde udbyttet også været større.

Vidensdeling er også en fordel, fordi vi var 4 personer, med vidt forskellige baggrunde, kom der også mange forskellige bud, bud som jeg ikke selv havde overvejet at lave.

En anden fordel er at jeg senere kan vise en applikation hvor deltagerne kan genkende dele af deres egen designs i det færdige resultat.

Dialogen, under DSM er helt klart en fordel, det foregår i en positiv tone og alle forslag er velkomne.

##### Ulemper

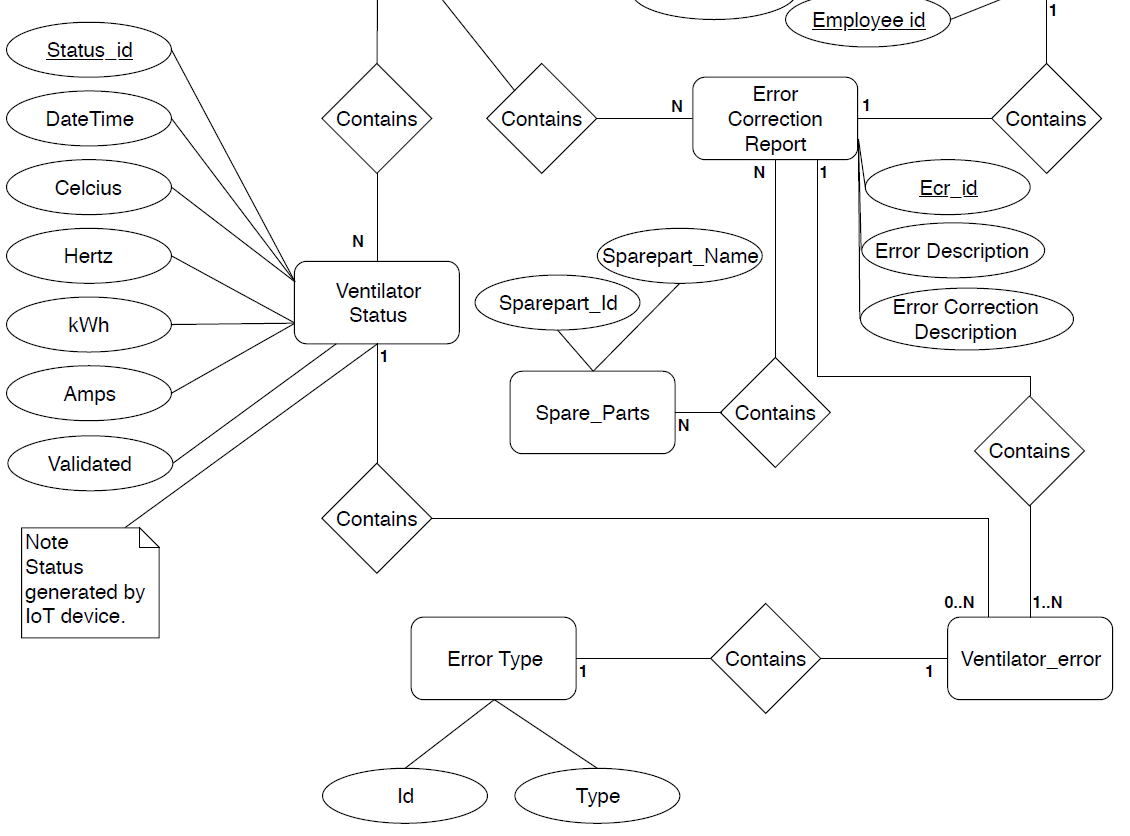
En ulempe, som jeg oplevede ved at lave DSM var at omfangsområdet, blev misforstået, eller også er det ikke lykkedes mig at formidle omfangsområdet i sådan en grad, så deltagerne designer et bestemt vindue (WPF-page). Selvom jeg læste Use Casen op og senere hen viste mit forløb lige arbejde med applikationen, blev designs med applikationens struktur, navigation fra vindue til vindue, ved med at dukke op. Hvis området havde handlet omkring, hvorledes en bruger navigere rundt i applikationen, havde nogen af de designs der blev produceret under DSM, været aktuelle.

Manglende træning. Det var helt klart også en faktor at holdet ikke havde prøvet at lavet DSM før, og det viste sig også, i og med, at en person begyndte at skrive tekst i stedet for at lave designs.

### Entity Relation Diagram opdatering.

Der er på baggrund af Design Studio Method, blevet fundet nye funktionaliteter. For at imødekomme de nye funktionaliteter, har det været nødvendig at lave ændringer til databasen, da den gamle database ikke imødekom de nye funktionaliteter, derfor vil jeg opdatere ERD. Jeg vil blandt andet tilføje reservedels lister og en bedre mulighed for at klassificere og generalisere fejl efter type.

Her på Figur 13.[[5]](#footnote-5) har jeg taget et udsnit af de ændringer jeg har lavet til ERD for bedre at kunne forstå, hvilke ting jeg skal implementere og hvordan det kommer til at ændre strukturen i databasen. Fuld ERD kan findes i bilag.

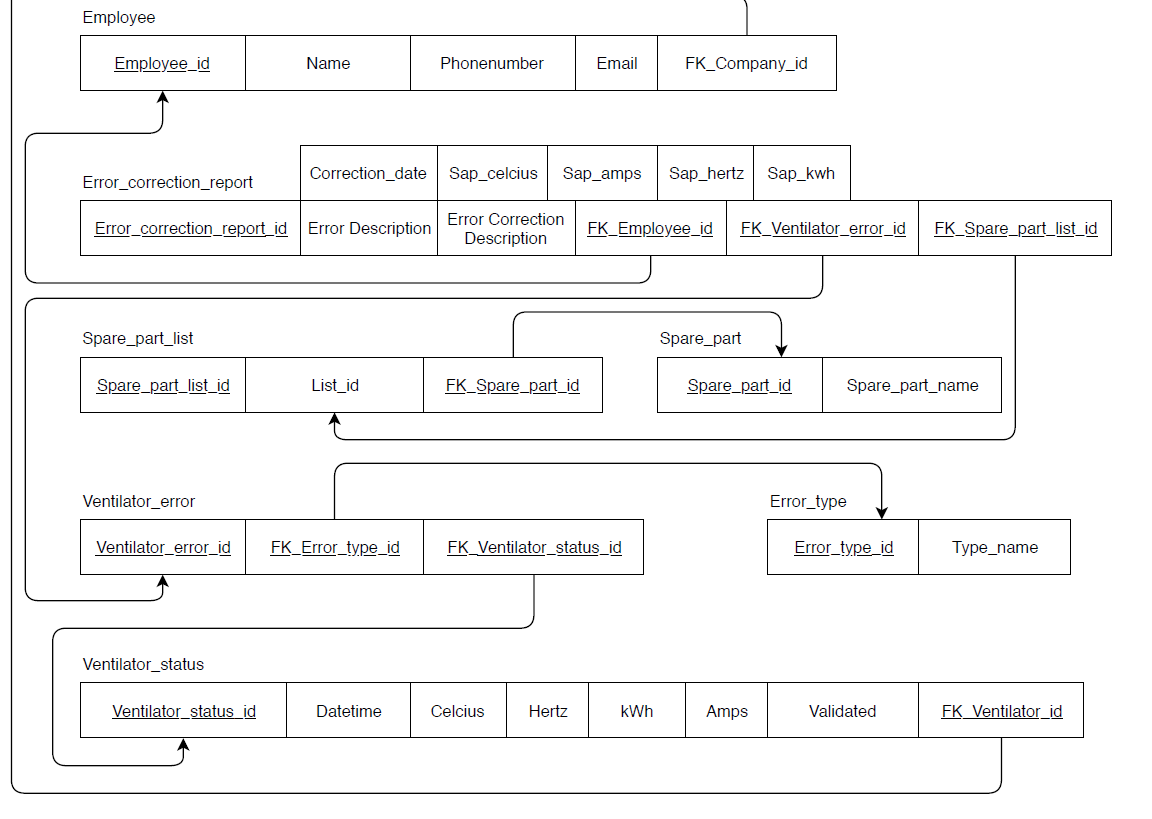


Figur 13. Entity Relation Diagram udsnit.

### Mapping skema opdatering

Jeg bliver på baggrund af de ændringer jeg har lavet til ERD, også nød til at opdatere mit Mapping skema. Jeg har også her taget et udsnit af mit Mapping skema Figur 14[[6]](#footnote-6)*.*

Under arbejdet for denne gik det op for mig at jeg skal have persisteret de gældende grænseværdier for en fejlrettelse. Disse grænseværdier har jeg valgt at lægge på den eksisterende tabel ”Error\_correction\_report”. Grunden til dette valg, er at jeg kun er interesseret i grænseværdierne på det tidspunkt en fejl bliver rettet. Dertil har jeg også valgt at have en property ”Correction\_date”, på ”Error\_correction\_report”, der indeholder et datostempel for, hvornår en fejl bliver rettet. Det betyder at man nu kan udlede, hvor lang tid der er gået fra fejlen, er blevet registeret og til at den er blevet rettet. Fuld Mapping Skema kan findes i bilag.



Figur 14. Mapping skema genbesøg.

### Iterationsresultat

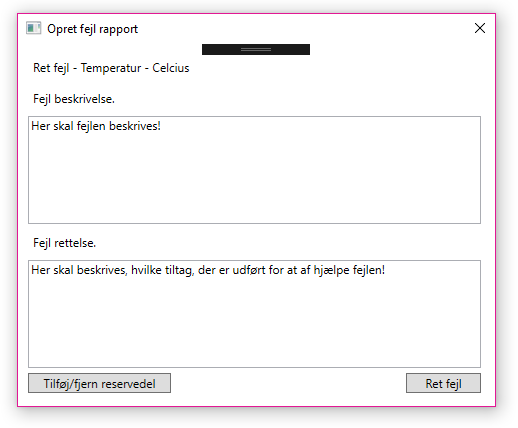
Jeg vil nu vise resultatet af iteration #3. og beskrive det nærmere.

Figur 15.,viser et vindue hvor der specifikt står udspecificeret, hvilken fejl man er ved at lave en fejl rapport for. Det er et simpelt vindue hvor man skal beskrive fejlen, og komme med bemærkninger omkring fejlen og hvordan den er opstået. Man skal også beskrive hvilke tiltag der er blevet lavet for at rette fejlen. Dertil kan man også tilføje reservedele til en fejl rapport og til sidst kan man trykke på ”Ret fejl”, som så gemmer alle relevante detaljer som dagsdato for rettelsen, reservedelsliste, beskrivelser, gældende service agreement pakke værdier og fejl type i databasen samt hvilken servicetekniker der har oprettet fejl rapporten.

Figur 16., har samme funktion, som Figur 14*.,* forskellen her er at på dette vindue bliver man nød til selv at vælge ventilator id samt hvilken fejl type man vil rette. Det er blevet lavet for at kunne generere en ventilator status, som hører til en fejl rapport.



Figur 15. Applikation resultat Iteration #3 Use Case 7.



Figur 16. Applikation resultat Iteration #3 Use Case #3 og #6

### Iterationsevaluering

Jeg har i denne iteration fået færdiggjort de resterende Use Cases. De 3 Use Cases jeg har prioriteret at lave i denne iteration, har alle noget at gøre med at kunne indrapportere en fejlrettelsesrapport.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| #3 | Indberette fejlrettelse på en ventilator. | Brugeren skal kunne indberette, hvad årsagen til fejlen skyldes og hvilke tiltag der er blevet taget for at afhjælpe fejlen. |
| #6 | Oprette yderlig fejlrettelse på en ventilator med flere fejl. | Brugeren skal have mulighed for at kunne oprette og indrapportere flere fejl på en ventilator. |
| #7 | Oprette fejl som ikke er meldt ind af en ventilator via IoT. | Brugeren har behov for at kunne indberette ekstra fejl, som er opdaget ved synlig inspektion af en ventilator. |

Ved at indrapportere en fejl ad gangen, bliver Use Case #3 og Use Case #6 opfyldt. Use Case #7 bliver også opfyldt, ved at man kan lave en fejlrettelsesrapport uden at den pågældende ventilator selv har autogenereret en ventilator status.

Jeg har i denne iteration anvendt Design Studio Method og jeg synes at det har været en stor hjælp, Jeg har kunnet fokuserer mere på at kode applikationen, i stedet for at sidde og designe applikationen op fra bunden.

## Construction

Unified Process er en iterativ udviklingsmetode, som leverer inkrementelle stykker virkende kode, ved brug af disciplinerne ”Business Modeling, Requirements, Analysis & Design, Implementation, Test og Deployment”.

Construction fasen er den fase hvor største delen af disciplinen ”Implementation” (kode arbejde) foregår, men med det i mente så er disciplinen ”Implementation” også foregået i Elaboration fasen. Jeg vil derfor i dette afsnit komme nærmere ind på implementeringen og konstruktionen af applikationen, samt hvorledes jeg håndtere test af min applikation.

Det er også mit mål at alle Use Cases er blevet implementeret og færdiggjort i en tilfredsstillende tilstand i denne fase.

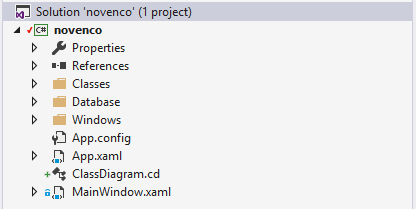
Jeg har valgt kun at have en iteration i Construction fasen

### Struktur

Jeg vil i denne fase af Unified Process komme ind på nogen af de valg jeg har taget i konstruktionen af applikationen og hvordan jeg har valgt at bygge min struktur op i applikationen f.eks. Class diagram fra Visual Studio, vindues oversigt, mappe struktur, Interaktioner og database struktur.

#### Mappe struktur

Her på Figur 17. vil jeg vise hvordan jeg har opdelt mine Classes og WPF-pages (Windows) og Database i forskellige mapper. Jeg har valgt denne fremgangsmåde, for at gøre det overskueligt og ligetil at finde et givent element i applikationen.



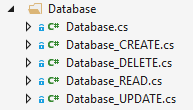
Figur 17. Mappe struktur.

#### Database struktur

På Figur 18*.* er der vist, hvordan jeg har valgt at håndtere Data Manipulation Language (DML). Jeg har valgt at inddele databasen i Database\_Create, Database\_Read, Database\_Update og Database\_Delete (CRUD). Jeg har valgt at gøre dette på grund af projektets størrelse og fordi det er begrænset hvor mange databasekald jeg skal have i min applikation.

Databaseclassen er en static partial class, hvor ”Database.cs” kun indeholder attributten connection og metoderne OpenConnection(), CloseConnection() og CreateParam(). De øvrige Metoder i databaseclassen er inddelt i de før nævnte databaseclasser. Jeg har valgt at navngive de forskellige databasekald, ud fra den funktion de udfører på databasen, f.eks. som en INSERT statement vil blive navngivet med ”Store” (gem) efterfulgt af ”ErrorCorrectionReport” alt efter hvad denne metode skal persistere i databasen.

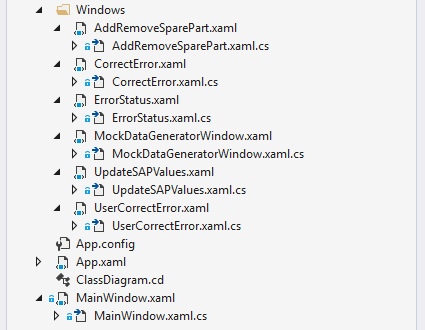
Jeg har også valgt at gøre brug af SQL-parameter. For at sikre databasen mod SQL-Injections.



Figur 18. Database struktur.

#### Vindues oversigt

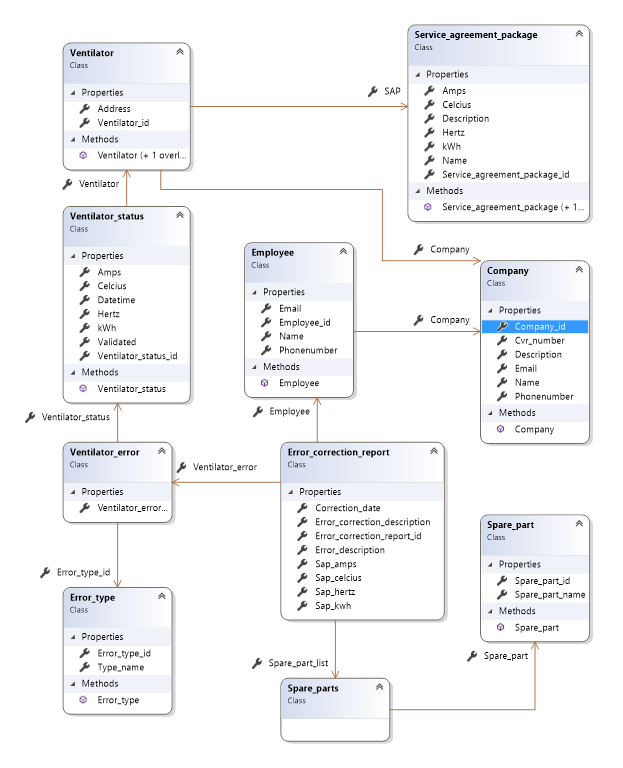
Figur 19*.* viser alle mine vinduer (WPF-pages). Logikken til hvert vindue ligger henholdsvis individuelt i ”\*.xaml.cs” filerne også kaldet ”CodeBehind”. Jeg har valgt at holde logikken til hvert vindue i dens egen Classe, for at skabe et bedre overblik og for at holde det simpelt. Det har også den effekt at jeg ikke deler metoder mellem vinduer og Classer.



Figur 19. Vindues oversigt.

#### Class Diagram

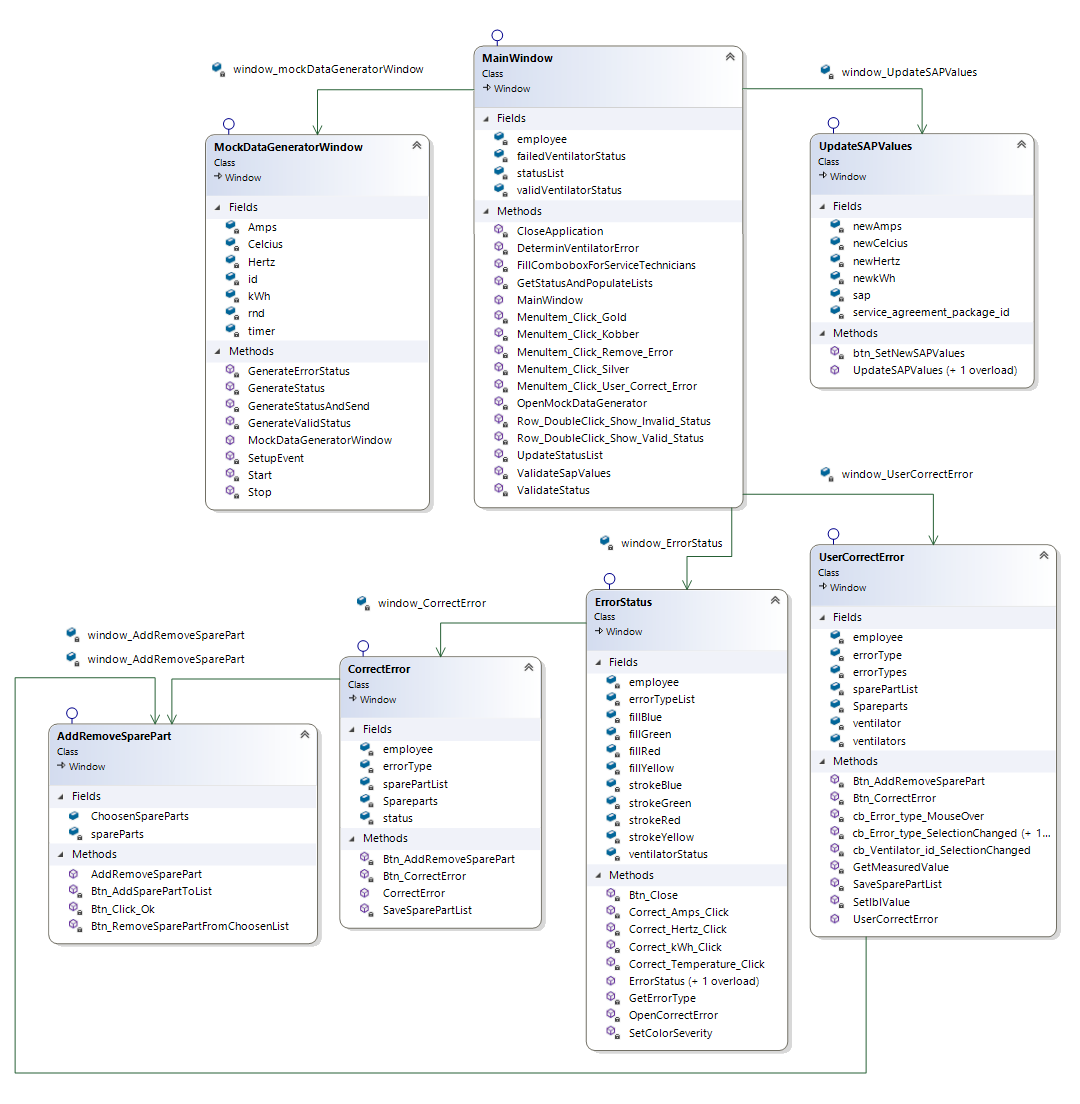
Figur 20*.* viser et billede af mine Classer og hvordan de hænger sammen i applikationen. Dette autogenerede Class Diagram, fra Visual Studio, stemmer rigtig godt overens med min konceptuelle model fra To-be og ERD. Den afspejler at det arbejde jeg har lavet, ikke er stukket af og blevet en anden løsning end den jeg har haft som udgangspunkt i starten af projektet. Den er også god at have som dokumentation, hvis en anden udvikler skal lave tilføjelser til applikationen.



Figur 20. Class Diagram.

#### Interaktioner

Jeg vil her, på Figur 21., vise et Tree-diagram over interaktioner mellem vinduerne i applikationen. På figuren kan man også se hvilke attributter og metoder, hvert vindue gør brug af, i applikationen. Applikationen starter i MainWindow og grener sig derfra ud i de forskellige vinduer.



Figur 21. Class diagram - Window Interaktioner.

### Refaktorering

Her i dette afsnit vil jeg beskrive hvorfor jeg har lavet refaktorering af min applikationskode. I begyndelsen af applikationens livscyklus har jeg lavet metoder, med mange linjer kode, som håndtere mange properties og bearbejder meget data på en gang. Hvilken har gjort det svært at finde rundt i koden og at lave ændringer.

Ved at lave refaktorering af applikationskoden kan jeg øge kvaliteten på en række punkter, som f.eks.

* Kan jeg øge forståelsen af min kode markant, og som udvikler betyder det at behovet for teknisk dokumentation bliver minimeret for at forstå koden.
  + Og med øget forståelse, falder fejlraten på ny funktionalitet.
* Kan jeg få mulighed for at indfører unittest af koden. Ved at metoder bliver mindre og mere testbar.
* Bedre mulighed for at finde og rette fejl.
* Bedre forståelse af koden for nye udviklere.

### Testning

#### Manuel funktionstest

I løbet af disciplinen ”Implementation” (kode arbejde), har jeg løbende testet metoder af ved hjælp af manuelle funktion tests, Det vil sige jeg først har skrevet én metode og så afviklet denne metode, for visuelt at kunne verificere at jeg får det forventede resultat. Ulempen ved denne fremgangsmåde, er at jeg hurtigt kan komme til at ændre på en metode og utilsigtet kan ødelægge en anden metoder der afhænger af den metoder der blev ændret.

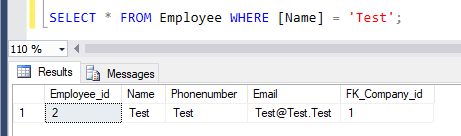
#### Integrationstest

Jeg har helt i starten af projektet lavet en simpel integrationstest. Denne test er blevet lavet for at sikre at jeg har en forbindelse mellem min applikation og databasen, testen på Figur 22. Persistere en ”*Employee*” med værdierne ”Test”, til databasen.



Figur 22. Integrationstest.

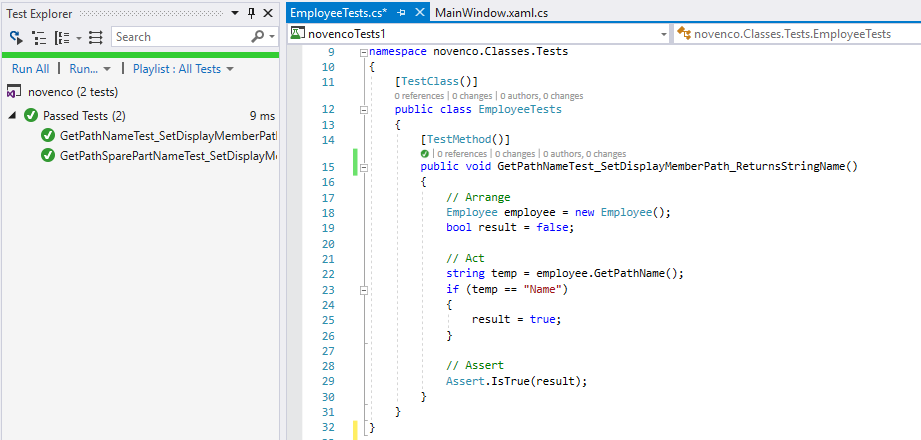
Efter at overstående metode succesfuld er blevet afviklet, i min applikation, har Jeg anvendt MS-SQL Server Management Studio, Figur 23. til at verificere at min ”*Employee*” med ”Test” værdierne er blevet persisteret.



Figur 23. Integrationstest - verificering.

#### Unittest

Jeg har lavet et par unittest på henholdsvis ”Employee” og Spare\_part Classen. Unittestene verificerer at jeg får fat i en string til DisplayMemberPath for en combobox attribut i min XAML-kode. Unittest er med til at nedbringe tiden i at lave manuelle funktions test af koden og kan ved større projekter minimere fejl og tidsforbrug. Figur 24. viser min test af metoden GetPathName().



Figur 24. Unittest af Employee metode.

### Construction evaluering

Jeg har i denne ene Construction iteration haft som mål, at alle mine Use Cases skal være færdige, og det mål er lykkedes. Jeg har derfor en færdig prototype, som er klar til overlevering.

Jeg har gennem iterationen blandt andet arbejdet på at holde en ren struktur gennem applikationen og fået denne struktur dokumenteret her i rapporten.

Hertil kan jeg tilføje at jeg har lavet refaktorering af applikationen, for at højne kvaliteten kodemæssigt. Refaktorering har også ført til at jeg bedre kan lave Unittest fordi metoderne er blevet mindre. Ud over refaktorering og unittest har jeg også lavet ændret i navngivning, for properties og metoder, så koden er lettere at læse.

## Transition

I min Transition fase, skal applikationen og tilhørende database overleveres til kunden, men før dette vil jeg lave en alfatest af min applikation. Alfatesten er lavet ud fra et brugerperspektiv og den skal se på brugervenligheden og selve applikationens funktionalitet.

Jeg har valgt at lave denne alfatest for at klarlægge, en række punkter som brugervenlighed, og applikationens funktionalitet.

Testresultat

Spørgsmål som er kommet frem under alfatesten.

1. Hvorfor forsvinder en ”ventilator\_status” ikke, når alle fejl er rettet, for en ventilator status?
2. Hvordan kommer man ind og retter en fejl for en ”ventilator\_status”?
3. Hvad med at lave noget hjælp af en art?

Med udgangspunkt i disse spørgsmål har jeg kigget på hvad jeg kan lave af forbedringer til applikationen, for at løse disse spørgsmål.

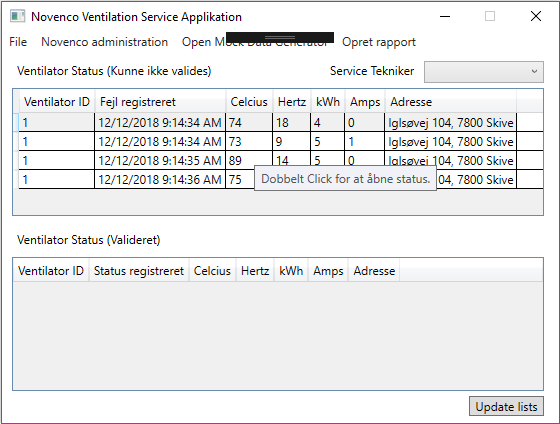
Spørgsmål 1. er en ny Use Case.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| #9 | Opdatere liste efter fejlrettelse. | Når sidste fejl er rettet på en ventilator status, skal ventilator statussen forsvinde fra listen. |

Her vil det nu være nødvendigt at kunne tjekke om alle fejl er rettet for en status før den kan fjernes.

Ekstra kolonner i databasen på ”ventilator\_status” og en masse tilpasninger igennem applikationen. Det er en større operation at lave om på kernefunktionalitet og denne nye Use Case ville man så også kører igennem iterationer i transition fasen.

Spørgsmål 2 og 3, drejer sig om, hvordan man anvender og håndtere applikationen. Her vil det være en god ide at lave en instruktionsmanual/brugervejledning til applikationen eller lave undervisning til instruering af personale. Jeg har dog på baggrund af denne test lavet Tool Tips Figur 25 for at guide, brugeren af applikationen, i den rigtige retning.



Figur 25. ToolTip eksempel.

# Perspektivering

Under projektforløbet er jeg løbende støt på flere funktionaliteter, som jeg kunne se at applikationen kunne drage nytte af, på den ene eller anden måde, men på grund af projektets størrelse og den afsatte tid er disse funktionaliteter blevet arkiveret, jeg vil her beskrive de funktionaliteter jeg har støt på.

* Ventilatorer modeller
  + Fordi der selvfølgelig er mange ventilatorer på markedet, kunne funktionalitet der beskriver ventilator ned i model type, være en fordel.
* Ventilatorer Niveauer
  + Med niveauer mener jeg en form for ventilator management platform. Her kunne man med niveauer, inddele ventilatorer således at en ventilator kan høre til en gruppe af ventilatorer i et afsnit af en parkeringskælder, som igen tilhører en bestemt parkeringskælder osv. Dette ville bevirke over for en service tekniker at han hurtigt kan finde frem til en lokation for en ventilator.
* Ventilator komponenter
  + Funktionalitet hvor man direkte kan angive om en komponent eller flere komponenter er skyld i at en type fejl opstår.
* Reservedelslager.
  + Funktionalitet som at have reservedelslager koblet på applikationen, så en ventilator model får vist de reservedele der tilhører netop den model som ventilatoren har. på den måde er det nemt at vælge de rette reservedele til netop den ventilator der skal have skiftet en reservedel.
* Business Intelligence.
  + Ved at lave et business Intelligence projekt på de opsamlede data, kan man lære noget nyt omkring ventilatorerne, her kan man med stor sandsynlighed se hvilken status en ventilator har haft op til en fejl, på den måde kan man så gribe ind før ventilatoren får et nedbrud og
* Optimering af materialevalg baseret på historik og producent.
  + Optimering af materialevalg, går ud på at vælge den rette reservedel.
* Service dokumentation(billeder).
  + Funktionalitet, hvor dokumentationen foregår via billeder, disse billeder af fejl og rettelser kan gemmes på databasen, så billederne kan bruges til at lave billedgenkendelse af både fejl og rettelser for at verificere at rettelser bliver udført ens eller at en type fejl ofte opstår.
* Sikkerhed ved brug af applikationen.
  + Funktionalitet der sikre at en medarbejder har et login.
  + Funktionalitet der sikre at Novencos administrator funktion til at sætte grænseværdier også er sikret med et login, da det er en kritisk funktionalitet.

# Konklusion

Jeg har i denne eksamensopgave givet et bud på og vurderet hvorledes opsamlet data fra ventilatorer kan anvendes og efterfølgende arbejdes med, for at bidrage til reducering af omkostninger og forlængelsen af levetiden, for Novencos produkter.

Hvordan kan jeg udvikle en applikation, som kan notificere servicetekniker om ventilations data, der overstiger Novencos grænseværdier?

Jeg har i dette projekt udviklet en prototype applikation, applikationen hoved funktionaliteter er rettet mod en service tekniker. Applikationen kan notificere serviceteknikeren, omkring data (ventilator status) som overstiger en grænseværdi sat af Novenco. Disse grænseværdier kan Novenco selv bestemme og justere efter behag.

Hvordan kan jeg opsamle serviceteknikerens fejlrettelser fra en applikation?

Serviceteknikeren kan se ventilator statusser i applikationen, han kan herefter navigere ind på en bestemt type fejl i applikationen og afrapportere sine observationer omkring fejlen og hvilke tiltag han har gjort for at rette fejlen, dertil kommer at han kan tilføje reservedel til denne fejlrettelse, som alt sammen bliver persisteret til databasen. Serviceteknikeren kan også indrapportere fejlrettelser på en ventilator uafhængigt om ventilatoren har en ventilator status.

Hvordan kan back end løsningen afrapportere generelle fejlrettelser til virksomheden?

Denne løsning lægger op til muligheden for at kunne spare, på hel eller halvårligt eftersyn. Ved kun at reagere på fejl, når de opstår, kan en ventilator kører i længere tid. Således kan man sparer på driftsomkostninger til eftersyn.

Ved anvendelsen af denne løsning vil man begynde at skabe en mængde data, dette data er grundlaget for at kunne analysere sig frem til yderligere reducering af omkostninger og forlænget levetid. Ved at analysere på data, der bliver genereret af denne applikation, vil sådan en analyse som f.eks. gennem et Business Intelligence projekt, kunne give indsigt i mange aspekter af en ventilators omkostninger og levetid. Man kan derfor begynde at tænke på begreber som forudsigelig vedligeholdelse (Predictive Maintenance), Optimering af ventilator komponenter osv.

# Problemformulering

Hvordan kan synliggørelsen af opsamlede data, bidrage videre i værdikæden for service tekniker, kunde eller tredjepart, således det bidrager til reducering af omkostninger og forlængelse af levetiden, for Novencos produkter?

Hvordan kan jeg udvikle en applikation, som kan notificere en servicetekniker om ventilations data, der overstiger fastsatte tolerance?

Hvordan kan jeg opsamle serviceteknikerens fejlrettelser fra en applikation?

Hvordan kan back end løsningen afrapportere generelle fejlrettelser til virksomheden?

Problemformulering

Hvordan kan synliggørelsen af opsamlede data, bidrage videre i værdikæden for service-montør, kunde eller tredjepart, således det bidrager til reducering af omkostninger og forlængelse af levetiden, for Novencos produkter?

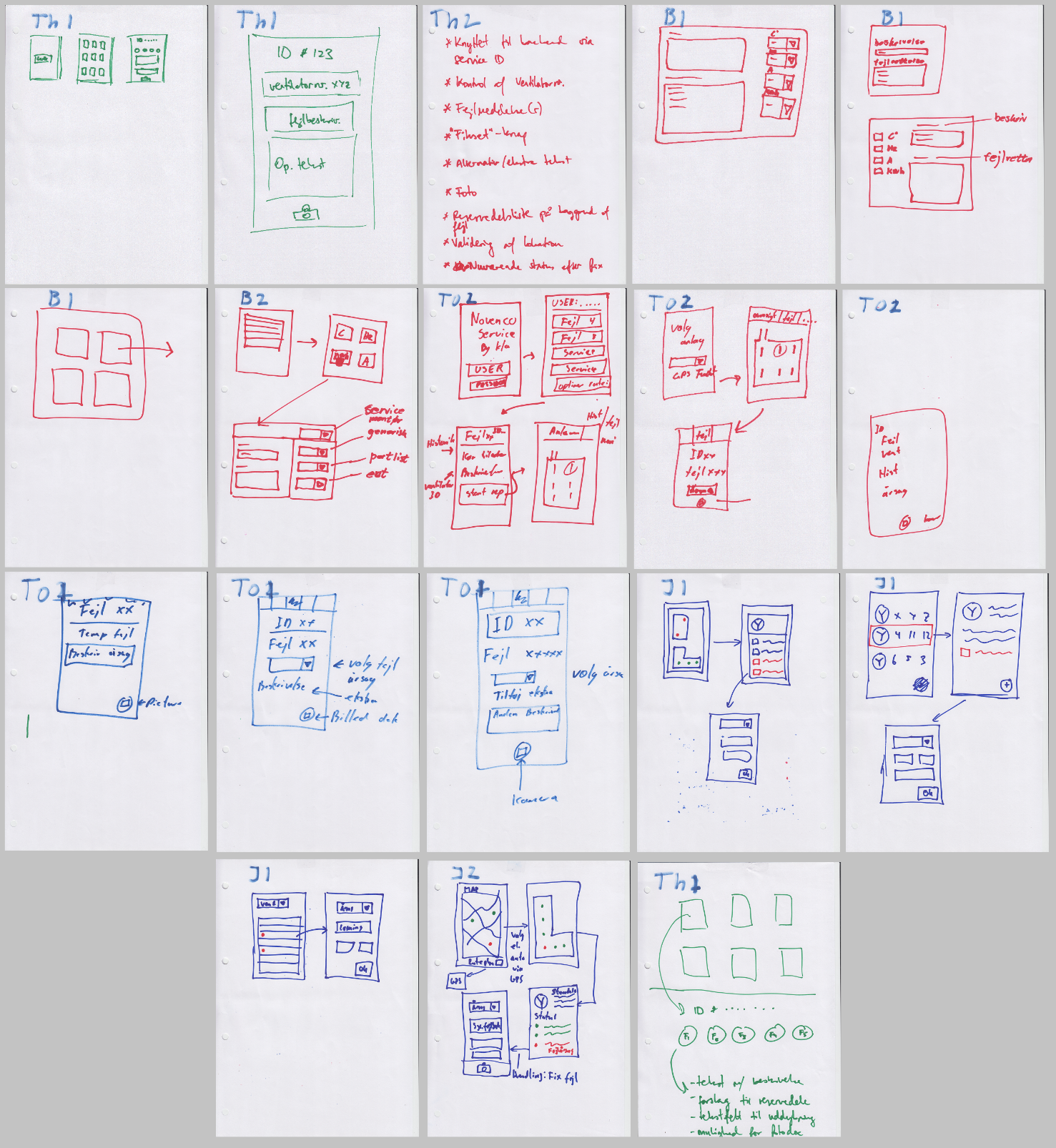
Hvordan kan jeg udvikle en applikation, som kan notificere servicemontøren om ventilations data, der overstiger fastsatte tolerance?

Hvordan kan jeg opsamle servicemontørens fejlrettelser fra en applikation?

Hvordan kan back end løsningen afrapportere generelle fejlrettelser til virksomheden?

# Bilag

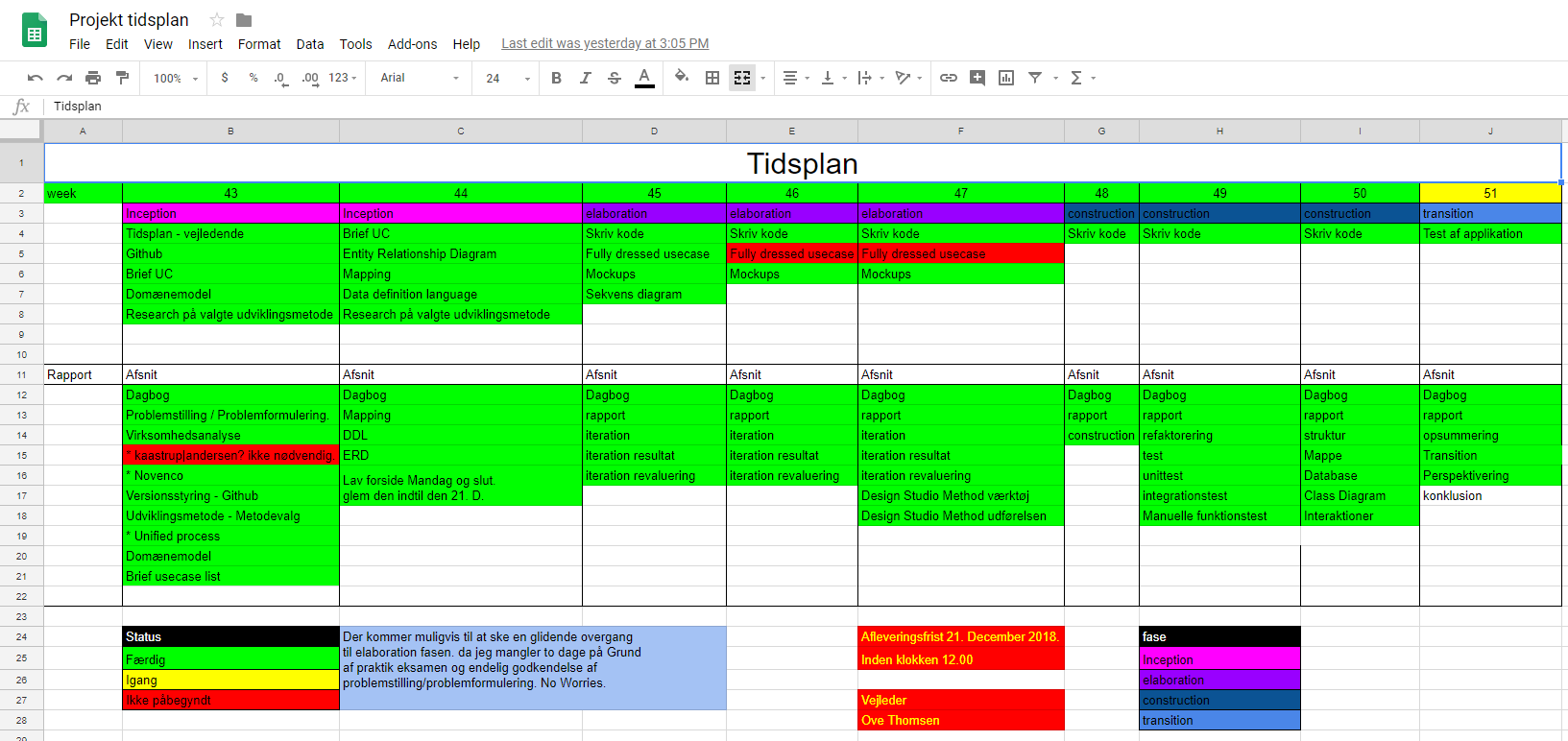
## Design Studio Method resultat



## Tidsplan

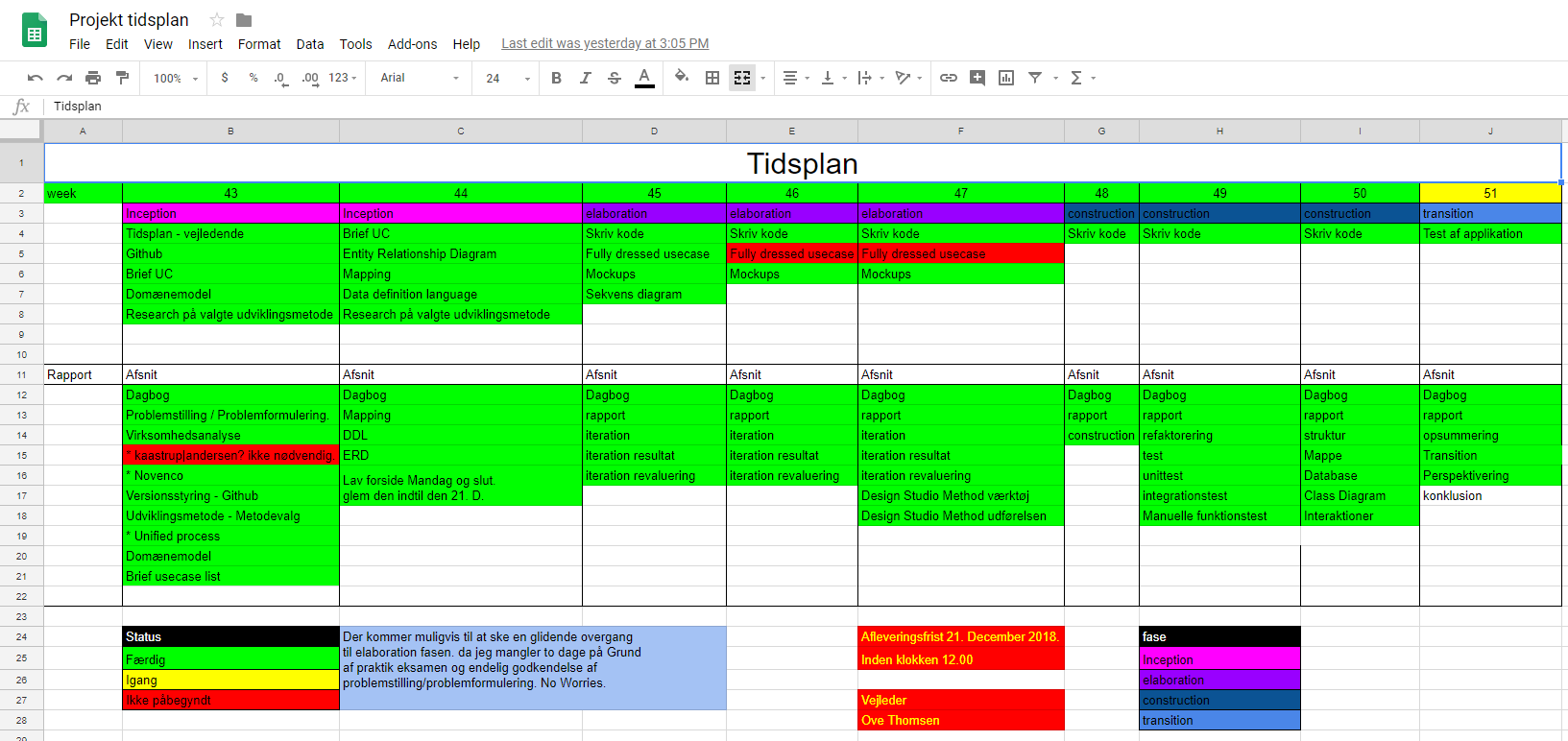
Dette har været min tidsplan for projektet den er delt op i Figur 26 og Figur 27, så man bedre kan læse den. Den er lavet i Google Sheets for at have nem og hurtig adgang til den online.

### 1. del.



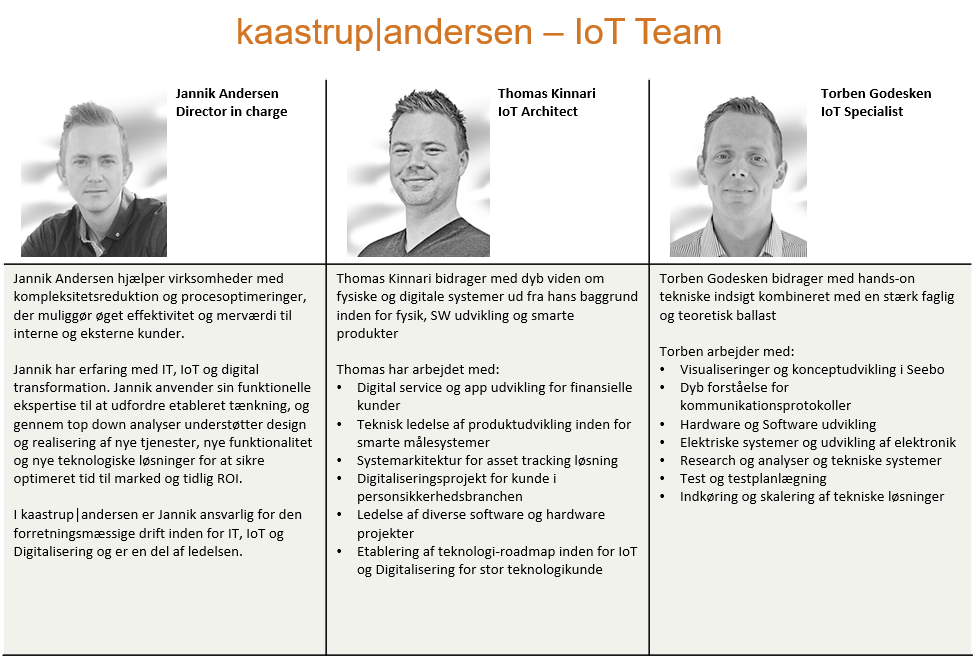
Figur 26. Tidsplan 1. del.

### 2. del.

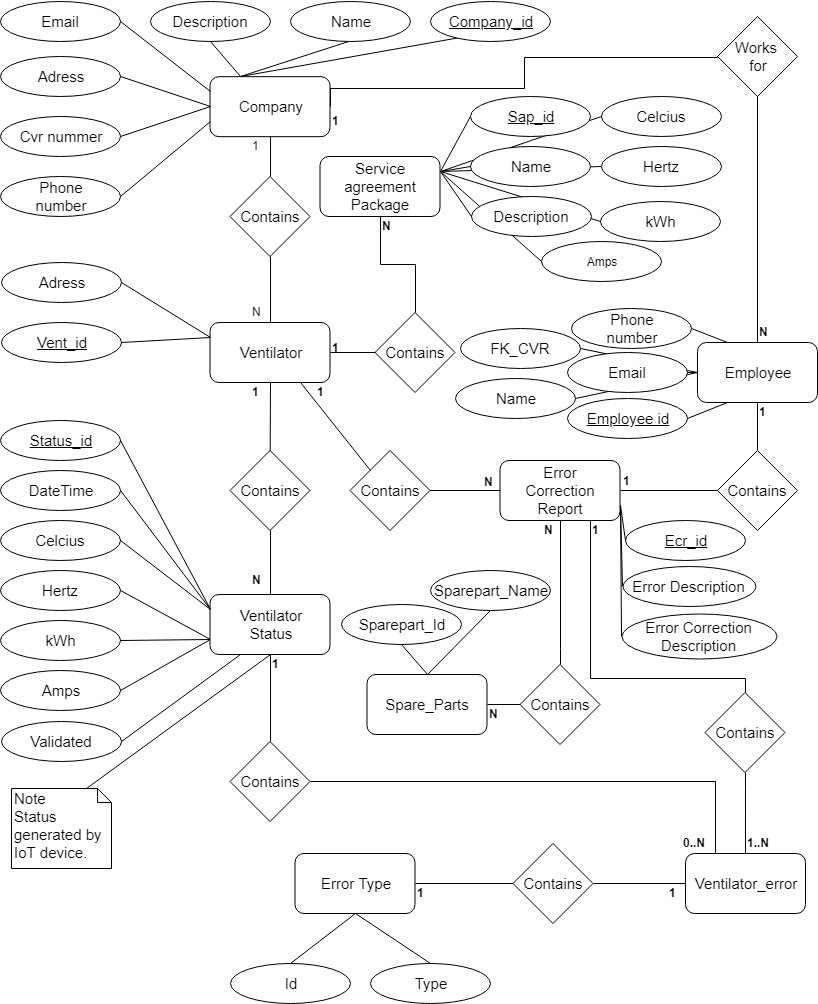


Figur 27. Tidsplan 2. del.

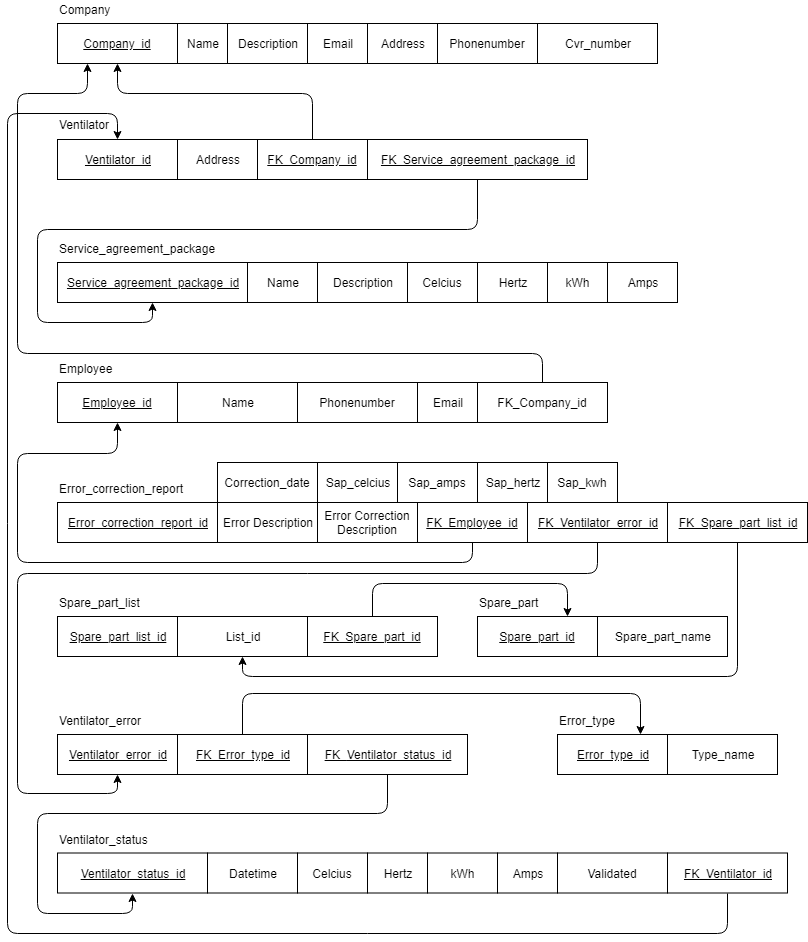
## Interessenter



## Entity Relation Diagram opdatering



## Mapping skema opdatering



1. <https://www.novenco-building.com/> dato: 29-10-2018 [↑](#footnote-ref-1)
2. <https://www.novenco-building.com/> dato: 29-10-2018 [↑](#footnote-ref-2)
3. Bilag - Interessenter [↑](#footnote-ref-3)
4. Bilag – Design Studio Method resultat [↑](#footnote-ref-4)
5. Bilag - Entity Relation Diagram opdatering. [↑](#footnote-ref-5)
6. Bilag - Mapping skema genbesøg. [↑](#footnote-ref-6)